

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSC.15/31.08.2022.T.73.03 RAQAMLI  
ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI**

**SAIDUMAROV ALISHER RAVSHANOVICH**

**YUK AVTOMOBILLARINING YONILG'I SARFINI ATROF-MUHITNING  
YUQORI HARORATIDA ANIQLASH USULINI TAKOMILLASHTIRISH**

**05.08.06 – G'ildirakli va gusenitsali mashinalar va ularni ishlatish**

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**Toshkent– 2023**

**Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati  
mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

Saidumarov Alisher Ravshanovich Yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini atrof-muhitning yuqori haroratida aniqlash usulini takomillashtirish .....	3
Саидумаров Алишер Равшанович Совершенствование метода определения расхода топлива грузовых автомобилей при повышенных температурах окружающей среды.....	23
Saidumarov Alisher Ravshanovich Improving the Method for Determining Fuel Consumption of Trucks at Elevated Ambient Temperatures .....	45
E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati Список опубликованных работ List of published works .....	50

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSC.15/31.08.2022.T.73.03 RAQAMLI  
ILMIY KENGASH**

---

**TOSHKENT DAVLAT TRANSPORT UNIVERSITETI**

**SAIDUMAROV ALISHER RAVSHANOVICH**

**YUK AVTOMOBILLARINING YONILG‘I SARFINI ATROF-  
MUHITNING YUQORI HARORATIDA ANIQLASH USULINI  
TAKOMILLASHTIRISH**

**05.08.06 – G‘ILDIRAKLI VA GUSENITSALI MASHINALAR VA  
ULARNI ISHLATISH**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PHD)  
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

**TOSHKENT– 2023**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasining mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.4.PhD/T3384 raqami bilan ro'yxatga olingan.**

Dissertatsiya Toshkent davlat transport universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi ([www.tstu.uz](http://www.tstu.uz)) va "Ziyonet" Axborot-ta'lim portaliga ("[www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)") joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Kulmuxamedov Jasur Rafikovich**

texnika fanlari nomzodi, professor

**Rasmiy opponentlar:**

**Bazarov Baxtiyor Imamovich**

texnika fanlari doktori, professor

**Axmedov Doniyor Anvarjonovich**

texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent, mayor

**Yetakchi tashkilot:**

**Toshkent davlat texnika universiteti**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat transport universiteti huzuridagi DSc.15/31.08.2022.T.73.03 raqamli Ilmiy kengashning 2023- yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ soat \_\_\_ dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 100167, Toshkent sh., Temiryo'lhilar ko'chasi 1-uy. Tel.: (99871) 299-00-01, faks: (99871) 293-57-54 e-mail: [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz), [tashiit@exat.uz](mailto:tashiit@exat.uz)).

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat transport universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ \_\_\_ bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100167, Toshkent sh., Temiryo'lhilar ko'chasi 1-uy. Tel.: (99871) 299-00-01, faks: (99871) 293-57-54 e-mail: [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz), [tashiit@exat.uz](mailto:tashiit@exat.uz).

Dissertatsiya avtoreferati 2022- yil "\_\_\_" \_\_\_\_\_ kuni tarqatildi.

(2023- yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ dagi \_\_\_-raqamli reyestr bayonnomasi).

**A.A.Riskulov**

Ilmiy darajalar beruvchi

Ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

**K.Z.Ziyayev**

Ilmiy darajalar beruvchi

Ilmiy kengash ilmiy kotibi, PhD

**Sh.P.Alimuhamedov**

Ilmiy darajalar beruvchi

Ilmiy kengash qoshidagi

Ilmiy seminar raisi,t.f.d., professor

## KIRISH (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda iqtisodiyot va aholining ehtiyojlarini qondirish maqsadida transportning barqaror, xavfsiz va samarali ishlashi muhimligini hisobga olib, avtomobil transporti sohasida energiya manbalaridan samarali foydalanishga va ularning ekologik xavfsizligiga katta ahamiyat berilmoqda. Hozirda rivojlangan xorijiy mamlakatlarda transport sohasida energetik, ekologik va iqtisodiy samaradorliklarni belgilash, natijalarni uzluksiz masofadan kuzatish uchun telematika tizimlarini qo‘llash orqali avtomobil va ekspluatatsion materiallar resursidan foydalanish samarasini oshirishga qaratilgan masalalar yetakchi o‘rinni egallagan. Bu borada, jumladan, ishlab chiqarilayotgan avtotransport vositalarini takomillashtirishga hamda ularni ish unumdorligini, samaradorligini va raqobatbardoshligini oshirishga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Jahonda avtotransport vositalarining yonilg‘i tejamkorligini eksperimental baholash uchun namunaviy sharoitlarni tavsiflovchi me‘yoriy harakat sikllari keng qo‘llanilishini hisobga olgan holda real ekspluatatsiya sharoitini ifodalovchi harakat sikllarini ishlab chiqish hamda yonilg‘i sarfini aniqlash uslublarini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish muxim ahamiyat kasb etadi. Ushbu yo‘nalishda, jumladan, real ekspluatatsiya sharoitlarida avtotransport vositalarining konstruktiv parametrlarini modernizatsiya qilish, zamonaviy axborot texnologiyalarini joriy etish orqali transport xarajatlarini kamaytirish, yonilg‘i sarfini me‘yorlashtirish, eng maqbul harakat rejimini tanlash orqali ulardan foydalanish samaradorligini oshirish bo‘yicha tadqiqotlar ustivor hisoblanmoqda. Shu bilan birga, avtotransport vositalarining yonilg‘i tejamkorligini aniqlashda ekspluatatsiya sharoitlarini baholash orqali uning konstruksiyasini takomillashtirish, ma‘lum ekspluatatsiya sharoitiga maqbul avtomobil va avtomobil konstruksiyasi parametrlarini tanlash uslublarini ishlab chiqish kabi masalalar dolzarb vazifalardan hisoblanmoqda.

Respublikamizda transport sohasida tabiiy va xom ashyo resurslaridan samarali foydalanishni belgilashga qaratilgan keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Buni transport tizimining tashkiliy va tartibga soluvchi tarkibiy qismlarini yahshilash bilan bir qatorda ushbu sohada ilmiy-tadqiqot va uslubiy ishlarni olib borishni rag‘batlantiruvchi qator me‘yoriy-huquqiy hujjatlarning qabul qilingani xam ko‘rsatib turibdi. Jumladan, 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida “...Iqtisodiyot tarmoqlari va aholiga neft-gaz mahsulotlarini uzluksiz yetkazib berilishini ta‘minlash” va “...O‘zbekistonning Jahon savdo tashkilotiga a‘zo bo‘lishining metallurgiya, to‘qimachilik, oziq-ovqat, avtomobil ishlab chiqarish sohasiga ta‘sirini o‘rganish”<sup>1</sup> bo‘yicha vazifalari alohida belgilab berilgan. Mazkur vazifalarni bajarishda atrof-muhitning yuqori harorat sharoitini hisobga olgan xolda yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini aniqlash, tortish-tezlik xususiyatlari va yonilg‘i

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони.

tejamkorligini yaxshilash yo‘llarini ishlab chiqish va asoslash, shuningdek, ushbu xususiyatlarni baholash uslublarini ishlab chiqish bilan bog‘liq tadqiqotlar olib borish dolzarb vazifadir.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 30-oktyabrdagi PF-5863-sonli “2030-yilgacha bo‘lgan davrda O‘zbekiston Respublikasining atrof muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”<sup>2</sup>gi, 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”<sup>3</sup>gi Farmonlari va O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktyabrdagi PQ-4477-sonli “2019-2030 - yillar davrida O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”<sup>4</sup>gi Qarori ijrosini ta’minlashga hamda mazkur faoliyat sohasida qabul qilingan boshqa me’yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining III. «Energetika, energiya - resurstejamkorlik, transport, mashina va asbobsozlik» ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** Xorijiy olimlar tomonidan avtomobillar nazariyasi, konstruksiyasi va ulardan foydalanish samaradorligini tadqiq etish masalalari o‘rganilgan, jumladan T.Barlow, U.Gamer, M.Metchke, D.Niemeier, P.Nyberg, E.Tzirakis, J.Wishart, J.Wong, Liu Yingji, G.B.Bezborodova, D.P.Velikanov, T.S.Visotskiy, N.V.Divakov, A.M.Ivanov, A.S.Litvinov, M.I.Lurye, S.A.Manyashin, A.N.Narbut, I.G.Reznik, A.S.Terexov, A.A.Tokarev, B.S.Falkevich, Ya.E.Farobin, A.A.Yurchevskiy va boshqalar tadqiqotlar olib borishgan.

Mamlakatimiz olimlaridan, A.A.Mutalibov, O.U.Salimov, S.M.Kadirov, B.I.Bazarov, A.A.Muhitdinov, B.A.Xodjayeov, O.V.Lebedev, Sh.P.Alimuxamedov, J.R.Kulmuxamedov, E.Z.Fayzullayev, E.P.Sharayev, A.S.Xalmuxamedov, R.S.Xikmatov, Sh.I.Erbekov, Sh.K.Xakimov, S.K.Ruzimov, K.Z.Ziyayev, U.A.Abdurazzakov va boshqalar tomonidan avtomobillarning ekspluatatsion xususiyatlari va yo‘l parametrlarini takomillashtirish bo‘yicha hamda avtotransport vositalaridan foydalanish samaradorligini oshirishga yo‘naltirilgan tadqiqotlar olib borilgan.

Shu bilan birga, tadqiqotlar sinovlar jarayonida olinadigan natijalarning ishonchligi va obyektivligini ta’minlash uchun sinovlar ekspluatatsion sharoitlarga imkon qadar yaqin sharoitlarda o‘tkazilishi kerak. Amalga oshirilgan ishlarning tahlili va issiq iqlim sharoitlarida sinovlarni tartibga solish bo‘yicha ishlab chiqilgan uslublarni o‘rganish, issiq iqlim sharoitlarida sinovlarni o‘tkazish uchun me’yoriy hujjatlar yetarli emasligini ko‘rsatdi.

---

<sup>2</sup> <https://lex.uz/docs/-4574008>.

<sup>3</sup> <https://lex.uz/uz/docs/-5841063>.

<sup>4</sup> <https://lex.uz/docs/-4539502>.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.** Dissertatsiya tadqiqoti Toshkent avtomobil yo'llarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiyasi institutining A-3-58 "Yuk avtomobillaridan samarali foydalanish uslubiyoti" (2015–2017); BV-Atex-2018-142 "O'zbekiston Respublikasida ishlab chiqarilayotgan avtotransport vositalari yonilg'i sarfining ilmiy asoslangan bazis me'yorini ishlab chiqish" (2018–2020); loyihalari doirasidagi ilmiy tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** atrof-muhitning yuqori haroratini hisobga olgan holda magistral harakat siklida yuk avtomobillarining yonilg'i sarfini hisoblash usulini takomillashtirishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

atrof-muhitning yuqori harorat sharoitini hisobga olgan holda yuk avtomobillarining yonilg'i sarfini hisoblash matematik modelini takomillashtirish; zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalangan holda yuk avtomobillarining tortish-tezlik xususiyatlariga va yonilg'i tejamkorligiga yuqori haroratning ta'sirini baholash uchun asbob-uskunalar majmuasini ishlab chiqish;

Tipizatsiyalashgan magistral yo'nalishi (Toshkent-Jizzax) asosida yuk avtomobillarining tortish-tezlik xususiyatlari va yonilg'i tejamkorligiga atrof-muhit yuqori haroratining ta'sir darajasini baholash;

atrof-muhitning yuqori harorat sharoitida magistral harakat siklida yuk avtomobillarining yonilg'i sarfini eksperimental aniqlash uslubini ishlab chiqish;

atrof-muhitning yuqori harorat sharoitida yuk avtomobillarining konstruktiv va ekspluatatsion samaradorligini oshirish bo'yicha keyingi tadqiqotlar uchun tavsiyalar ishlab chiqish.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida ISUZU NQR71PL, Otayo'1 120.14, MAN TGS 26.400 misolida  $N_2$  va  $N_3$  toifadagi yuk avtomobillari qabul qilingan.

**Tadqiqotning predmetini** atrof-muhitning yuqori haroratida yuk avtomobillarining yonilg'i sarfini tashkil etadi.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot jarayonida matematik statistika va modellashtirish, asosiy komponentlarni sintezlash, tizimli va nazariy tahlil usullari qo'llanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

atrof-muhit harorati o'zgarishini hisobga olgan holda eng kichik kvadratlar usuli bilan avtomobil harakati differensial tenglamasining koeffitsiyenti qiymatlari aniqlangan;

yuk avtomobillarining yonilg'i sarfini aniqlashni matematik modeli, unga ta'sir etayotgan harorat omilini hisobga olgan holda konstruktiv va ekspluatatsion parametrlarini ifodalovchi koeffitsiyentlar yordamida takomillashtirilgan;

yuk avtomobillarining xarakat rejimlarini eksperimental statistik ma'lumotlari orqali real O'zbekiston magistral yo'l sharoitlarini ifodalovchi me'yoriy harakat sikli yaratilgan;

issiq-iqlim sharoitlarida haroratning termometrik ma'lumotlari yordamida

magistral harakat siklida yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini aniqlash uslubi ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

yuk avtomobillarining harakat ko‘rsatkichlari va rejimlarini sintezlash orqali ishlab chiqilgan real harakat sharoitini o‘zida aks ettiruvchi magistral harakat sikli bilan ularning yonilg‘i tejamkorligini me‘yorlash jarayoni takomillashtirilgan;

zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalangan holda yuk avtomobillarining tortish-tezlik xususiyatlariga va yonilg‘i tejamkorligiga yuqori haroratning ta‘sirini baholash uchun asbob-uskunalar majmuasi ishlab chiqilgan;

atrof-muhitning yuqori harorat sharoitida magistral harakat siklida yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini aniqlash imkoniyati ta‘minlangan;

atrof-muhitning yuqori haroratida yonilg‘i sarfini aniqlash uchun yuk avtomobillarining magistral harakat sikli ishlab chiqilgan;

atrof-muhitning yuqori harorat sharoitida yuk avtomobillarining konstruktiv va ekspluatatsion samaradorligini oshirish bo‘yicha keyingi tadqiqotlar uchun tavsiyalar ishlab chiqilgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi** ilmiy usullar; qo‘llanilgan nazariy bog‘liqliklarning asosiligi; mualliflik hisob-analitik ma‘lumotlarining haqiqiy yo‘l va poligon sharoitlarida o‘tkazilgan tajriba-sinov natijalariga mos kelishi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot bo‘yicha olingan natijalarning ilmiy ahamiyati atrof-muhitning yuqori haroratini hisobga olgan holda yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini aniqlashning hisob-analitik usuli ishlab chiqilganligi hamda real harakat sharoitini ifodalovchi harakat siklini ishlab chiqish uchun mantiqiy hisoblash dasturi va hisob-analitik usullarini ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Olingan natijalarning amaliy ahamiyati yuk avtomobillari yuqori harorat sharoitlarida ishlayotganda samaradorligini oshirish, yuqori harorat sharoitlarida yuk avtomobillarining zarur tortish-tezlik xususiyatlari va yonilg‘i tejamkorligini ta‘minlash, issiq-quruq iqlim sharoitlarida konstruktiv va foydalanish samaradorligini hamda raqobatbardoshligini oshirish bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini atrof-muhitning yuqori haroratida aniqlash usulini takomillashtirish tadqiqoti bo‘yicha olingan natijalar asosida:

atrof-muhitning yuqori harorat sharoitlarida magistral harakat siklida yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini aniqlash uslubi Texnik jihatdan tartibga solish agentligida “MIP 16580577-003:2021” me‘yoriy hujjatiga joriy etilgan. (O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligining 2021-yil 21-iyuldagi 2/4323-son ma‘lumotnomasi.) Natijada, issiq-quruq iqlim sharoitlarida transport vositalarining yonilg‘i sarfini aniqlash texnik jihatdan tartibga solish sohasidagi me‘yoriy xujjatlarni yangilash imkonini bergan.

O‘zbekiston magistral yo‘l sharoitlari uchun yuk avtomobillarining magistral harakat sikli O‘zDSt 3597:2022 “Avtomobil transport vositalari yonilg‘i tejamkorligi. Issiq-quruq iqlim sharoitlarida sinov usullari” O‘zbekiston



Respublikasi Davlat standartiga joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligining 2021-yil 21-iyuldagi 2/4323-son ma’lumotnomasi). Natijada, muayyan xarakter rejimlarida yonilg‘i sarfini aniqlash, ishlab chiqarilayotgan transport vositalarining konstruktiv parametrlarini tanlash va ularning issiq-quruq iqlim sharoitlariga moslashuvchanligini baholash imkoniyati yaratilgan;

atrof-muhit haroratining o‘zgarishini hisobga olgan holda magistral harakat siklida yuk avtomobillarining tortish-tezlik xususiyatlari va yonilg‘i tejamkorligini hisoblashning matematik modeli O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligida joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligining 2021-yil 21-iyuldagi 2/4323-son ma’lumotnomasi). Natijada, atrof-muhitning yuqori haroratining yuk avtomobillarining tortish-tezlik xususiyatlari va yonilg‘i tejamkorligiga ta’sir darajasini baholash jarayonidagi mehnat unumdorligi - 9-10 baravar oshishiga va sinov xarajatlari - 5-6 baravar kamayishiga olib kelgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqotning natijalari 3 ta xalqaro, 7 ta respublika va 3 ta oliy o‘quv yurtlararo ilmiy-amaliy anjumanlarda qilingan ma’ruzalarda muhokamadan o‘tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e’lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 16 ta ilmiy ish chop etilgan. Shulardan, 5 ta ilmiy maqola O‘zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda, shu jumladan 3 tasi respublika va 2 tasi xorijiy jurnallarda chop etilgan. EHM uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi 1 ta guvohnoma olingan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxatidan iborat. Dissertatsiyaning umumiy hajmi 114 betni tashkil etadi.

## **DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI**

**Kirish qismida** o‘tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obykti va predmetlari tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

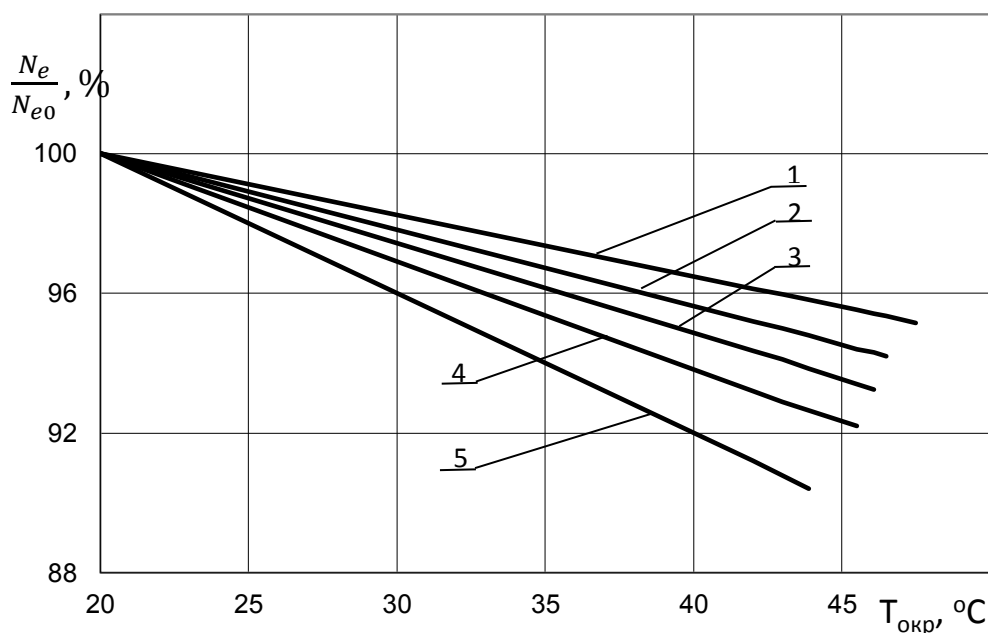
Dissertatsiyaning **“Muammoning o‘rganilganlik darajasi”** deb nomlangan birinchi bobida atrof-muhitning yuqori harorat sharoitlarida avtotransport vositalarining ishlash xususiyatlari bo‘yicha tadqiqotlar va texnik ma’lumotlar tahlili, avtotransport vositalarining ba’zi ekspluatatsion xususiyatlariga ish sharoitlarining ta’siri, harakat sikllarini qurish uslublari, harakat va rejimlari ko‘rsatkichlariga ta’sir etuvchi omillar hamda ularning avtomobil yonilg‘i sarfiga ta’siri borasida qilingan tadqiqot ishlarining tizimli tahlili keltirilgan. Shulardan kelib chiqib, dissertatsiyaning asosiy maqsadi, yo‘nalishi va masalalarini ifodalovchi ishlanmalar bayon etilgan. Xususan, transport vositalarining yonilg‘i

sarfini me'yorlash uslublarini takomillashtirish, avtomobil harakatlanish rejimlari ko'rsatkichlarini aniqlashda zamonaviy axborot texnologiyalari vositalarining qo'llanilishi, magistral harakat sikllari ko'rsatkichlari va ularni ishlab chiqish uslublarining o'ziga xosligi va tahlillari o'rin olgan.

Transport vositalarining issiq-quruq iqlim sharoitlarida ishlashi mo'tadil iqlim sharoitlarida ishlashidan keskin farqni ko'rsatdi. Bundan ko'rinib turibdiki, avtotransport vositalarining ekspluatatsion va iste'mol xususiyatlarining normal darajasini shuningdek, ularning raqobatbardoshligini ta'minlash uchun issiq-quruq iqlimli mintaqada ishlash uchun mo'ljallangan yuk avtomobillarini loyihalash, sinovdan o'tkazish, tadqiq qilish va ishlab chiqarishda iqlim omilini albatta inobatga olinishini talab qiladi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, atrof-muhit haroratining oshishi va nisbiy namlikning pasayishi dvigatel ko'rsatkichining yomonlashishiga – samarali quvvatning kamayishiga va yonilg'i sarfining oshishiga olib keladi. Turli xil standartlar va mualliflar tomonidan atrof-muhit haroratining o'zgarishi natijasida samarador quvvatning o'zgarishini normal sharoitga keltirish va aniqlash uchun bir qator formulalar taklif qilingan. Ammo ularning barchasi katta, murakkab va avtotransport vositalari xususiyatlarini hisoblashda foydalanish noqulaydir, lekin ular tomonidan bir xil narsa ta'kidlanadi – atrof-muhitning yuqori harorati sharoitlarida avtotransport vositalarining samarador quvvati kamayadi.

Ammo miqdoriy jihatdan, ushbu formulalar bir xil natija bermaydi (1-rasm).



1 – SAE; 2 – DIN; 3 – ГОСТ; 4 – НАМИ; 5 – по Махалдиани;

**1-rasm. Turli formulalar yordamida hisoblangan dizel dvigateli quvvatini nisbiy kamayishini atrof-muhit haroratiga bog'liqligi**

Ba'zi xorijiy me'yoriy hujjatlar yonilg'i tejamkorligini aniqlash bo'yicha sinov natijalarini standart atmosfera sharoitlariga keltirishni nazarda tutadi, bu esa

havo haroratining avtotransport vositalari yonilg'ı tejamkorligi ko'rsatkichlariga sezilarli ta'siri borligini ko'rsatadi.

Olinadigan natijalarning ishonchliligi va obyektivligini ta'minlash uchun sinovlar ekspluatatsion sharoitlarga imkon qadar yaqin sharoitlarda o'tkazilishi kerak.

Ekspluatatsiya sharoitlarini, shu jumladan yonilg'ı sarfini va zararli gazlarning tashlamalarini baholash harakat sikllari yordamida amalga oshiriladi. Bunday harakat sikllarining bir necha xil turlari mavjud bo'lib, ular hatto bir mamlakat miqyosida qo'llanilishi mumkin.

Bajarilgan ishlarning tahlili va issiq iqlim sharoitida sinovlarni o'tkazish bo'yicha uslublar tahlil qilinganda ushbu sharoitlarda sinovlar o'tkazish uchun uslubiy-me'yoriy hujjatlar yetarli emasligini ko'rsatdi.

Shunga asosan, ekspluatatsiya sharoitlarini hisobga olgan holda magistral harakat siklini ishlab chiqish va atrof-muhit haroratining ko'tarilishini hisobga olgan holda magistral harakat siklida yuk avtomobillarining yonilg'ı sarfini aniqlash usulini takomillashtirish dolzarb ilmiy muammodir.

Dissertatsiyaning «**Atrof-muhitning yuqori harorat sharoitlarida avtotransport vositalarining nazariy tadqiqotlari**» deb nomlangan ikkinchi bobida atrof-muhitning yuqori harorat sharoitlarini hisobga olgan holda yuk avtomobillarining yonilg'ı sarfini hisoblashning matematik modeli, avtomobil harakat rejimlarini sintezlash orqali me'yoriy harakat siklini yaratishning mantiqiy hisob dasturi kabi izlanishlar keltirilgan.

Avtotransport vositalarining doimiy ko'rsatkichlarga ega bo'lgan yo'l bo'ylab harakatlanishi differensial tenglama bilan ifodalanadi:

$$\frac{d\vartheta_a}{dt} \cdot m_{np} = a_i \cdot \vartheta_a^2 + b_i \cdot \vartheta_a + c_i \quad (1)$$

bu yerda  $m_{np} = m_a \delta_{ep}$  - avtomobil keltirilgan massasi;

$\delta_{ep} = 1 + \frac{J_M \cdot U_{mpi}^2 \cdot \eta_{mpi} + \sum J_k}{m_a \cdot r_\delta \cdot r_\kappa}$  - i - pog'onada tezlanishda aylanib xarakatlanuvchi

massalarni hisobga oluvchi koeffitsiyent;

$m_a$  - avtomobilning to'la massasi;

$\vartheta_a$  - avtomobilning tezligi;

$r_\delta$  - g'ildirakning dinamik radiusi;

$r_\kappa$  - g'ildirakning g'ildirash radiusi;

$J_M$  - maxovikning inersiya momenti;

$\sum J_k$  - g'ildirakning umumiy inersiya momenti;

$U_{mpi}$  - transmissiyaning umumiy uzatishlar soni;

$\eta_{mpi}$  - i- pog'onada transmissiyaning foydali ish koeffitsiyenti

$a_i, b_i, c_i$  - avtotransport vositasining konstruktiv va ekspluatatsion parametrlariga bog'liq koeffitsiyentlar:  $a_i$  - aerodinamik qarshilikni,  $b_i$  - xarakatlanish tezligini shinaning g'ildirashga qarshilik koeffitsiyentiga ta'sirini,  $c_i$  - esa minimal tezlikda g'ildirashga qarshilik kuchini ifodalaydi.

$a_i, b_i, c_i$  - koeffitsiyentlar quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$\begin{aligned} a_i &= A_i - K_g \cdot F \\ b_i &= B_i \\ c_i &= C_i - m_a \cdot (f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) \end{aligned} \quad (2)$$

bu yerda  $A_i, B_i, C_i$  – avtomobil yetakchi g'ildiraklaridagi umumiy tortish kuchi tenglamasining ( $P_k = A_i \cdot \vartheta_a^2 + B_i \cdot \vartheta_a + C_i$ ) approksimatsiya koeffitsiyentlari:

$$A_i = a_m \cdot \frac{U_{mp}^3 \cdot \eta_{mpi} \cdot K_p}{r_d^2 \cdot r_k}, \quad B_i = b_m \cdot \frac{U_{mp}^2 \cdot \eta_{mpi} \cdot K_p}{r_d \cdot r_k}, \quad C_i = c_m \cdot \frac{U_{mp} \cdot \eta_{mpi} \cdot K_p}{r_k}, \quad (3)$$

bu yerda  $a_m, b_m, c_m - M_e = f(\omega_e)$  bog'lanishining berilgan uchta nuqtasidan Lagranj interpolatsiyasi formulasi yordamida hisoblanadigan dvigatel burovchi momenti tenglamasining ( $M_e = a_m \cdot \omega_e^2 + b_m \cdot \omega_e + c_m$ ) approksimatsiya koeffitsiyentlari;

$K_p$  – dvigatelning korreksiya koeffitsiyenti;

$K_g$  – havoning qarshilik koeffitsiyenti;

$F$  – avtotransport vositasining old yuzasi;

$f$  – g'ildirashga qarshilik koeffitsiyenti.

Yuqori harorat sharoitlarida avtomobil harakatining differensial tenglamasi koeffitsiyentlarining o'zgarishi asosan dvigatelning samarali quvvatining pasayishi tufayli sodir bo'ladi.

Atmosfera sharoitlarining ta'siridan kelib chiqadigan samarador quvvatning ( $N_e$ ) pasayishi dvigatelning indikator quvvatining ( $N_i$ ) o'zgarishi bilan bog'liq.

$$\Delta N_e = \frac{H_u}{3600} \left\{ G_T \cdot \left[ 0,2 \cdot \left( \frac{T_0}{T} \right)^{0,75} - 0,2 \right] + \eta_e \cdot \left[ 1 - \left\{ \exp \left( 1300 \frac{T_0 - T}{T_0 \cdot T} \right) \right\}^{0,0625} \right] \right\} \quad (4)$$

bu yerda  $G_T$  – soatiga sarflangan yonilg'i;

$H_u$  – yonilg'ining eng quyi yonish harorati;

$T_0$  va  $T$  – standart va o'rganilgan sharoitlarda silindrlarga kiradigan havo harorati.

Samarador quvvatning pasayishida va buning natijasida burovchi momentning o'zgarishida ( $M_e = a_m \cdot \omega_e^2 + b_m \cdot \omega_e + c_m$ ) tenglamaning  $a_m, b_m, c_m$  koeffitsiyentlari  $M_e^T = f(\omega_e)$  bog'liqligi orqali aniqlanadigan boshqa qiymatlarga teng bo'ladi.

O'rganilayotgan sharoitlarda samarador burovchi moment quyidagicha aniqlanadi:

$$M_e^T = M_e - \Delta M_e \quad (5)$$

bu yerda  $\Delta M_e$  – samarador burovchi momentning o'zgarishi, ya'ni

$$\Delta M_e^T = \frac{\Delta N_e \cdot \omega_e}{1000} \quad (6)$$

(5) va (6) ni hisobga olgan xolda yuqori bosimli yonilg'ich nasosi reykasini to'liq va qisman ochilishi bilan dvigatelning samarador momentining bir xil nisbiy xususiyatlaridan foydalangan xolda turli haroratlar uchun  $a_m^T, b_m^T, c_m^T$  koeffitsiyentlar aniqlanadi.

Atrof -muhit haroratining oshishi bilan  $a_m, b_m, c_m$  koeffitsiyentlarining o'zgarishi quyidagi bog'liqliklar bilan ifodalanadi:

$$\begin{aligned} a_m^T &= a_T \cdot T^2 + b_T \cdot T + c_T \\ b_m^T &= a_T \cdot T^2 + b_T \cdot T + c_T \\ c_m^T &= a_T \cdot T^2 + b_T \cdot T + c_T \end{aligned} \quad (7)$$

(7) ni hisobga olgan xolda atrof-muhitning yuqori haroratida avtomobil harakati differensial tenglamasining koeffitsiyentlarini aniqlash uchun tenglama hosil qilinadi:

$$\begin{aligned} a_i &= a_m^T \cdot \frac{U_{mp}^3 \cdot \eta_{mpi} \cdot K_p}{r_\partial^2 \cdot r_k} - K_\epsilon \cdot F \\ b_i &= b_m^T \cdot \frac{U_{mp}^2 \cdot \eta_{mpi} \cdot K_p}{r_\partial \cdot r_k} \\ c_i &= c_m^T \cdot \frac{U_{mpi} \cdot \eta_{mpi} \cdot K_p}{r_k} - m_a \cdot (f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) \end{aligned} \quad (8)$$

Shunday qilib, aniqlangan koeffitsiyentlar atrof-muhitning yuqori sharoitlarini hisobga olgan holda harakatning differensial tenglamasini yechish imkonini beradi.

Sinov natijasi bo'yicha aniqlangan avtomobillar harakati rejimlari quyidagi rejimlar bo'yicha tahlil qilindi: salt ishlash yoki to'xtab turish rejimi ( $V_a=0$ ;  $\omega_e=\omega_{xx}>0$ ;  $S=0$ ;  $t>0$ ); o'zgarmas tezlik bilan harakatlanish rejimi ( $j_a=0$ ;  $V_k=V_n$ ;  $S>0$ ;  $t>0$ ); tezlanish rejimi ( $j_a>0$ ;  $V_k>V_n$ ;  $S>0$ ;  $t>0$ ); sekinlanish rejimi ( $j_a<0$ ;  $V_k<V_n$ ;  $S>0$ ;  $t>0$ ). Avtomobil harakati tezlik ko'rsatkichlari BMT YeIK 83-qoidasiga muvofiq  $\pm 1$  m/s chegaraviy chetlashishdan kelib chiqqan holda aniqlandi.

Har bir rejimni batafsil ko'rib chiqamiz.

a) o'zgarmas tezlik bilan harakatlanish rejimi: avtomobilning oniy tezligia  $\vartheta_{ai} > \vartheta_{ai+1} - 1$ ,  $\vartheta_{ai} < \vartheta_{ai+1} + 1$ ,  $\vartheta_{ai} > \vartheta_{ai+2} - 1$  va  $\vartheta_{ai} > \vartheta_{ai+2} + 1$ , bo'lsa, avtomobil o'zgarmas tezlik rejimida harakatlangan deb hisoblanadi.

$$V_{cp}^n = \frac{\sum_{i=1}^x \left( V_{cp_i}^n \cdot (t_{i+1}^n - t_i^n) \right)}{t_{noc}^n}.$$

б) tezlanish rejimi:  $V_{xol}^n < V_{cp}^n$  yoki  $V_{cp}^n < V_{cp}^{n+1}$  bo'lsa, avtomobil tezlanish rejimida harakatlangan deb qabul qilinadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$V_{xol}^n < V_{cp}^n \therefore j_{yck}^n = \frac{V_{cp}^n}{t_{yck}^n},$$

$$V_{cp}^n < V_{cp}^{n+1} \therefore j_{yck}^n = \frac{V_{cp}^{n+1} - V_{cp}^n}{t_{yck}^n}.$$

В) sekinlanish rejimi:  $V_{cp}^n > V_{cp}^{n+1}$  yoki  $V_{cp}^n > V_{xol}^n$ , bo'lsa, avtomobil sekinlanish rejimida harakatlangan deb qabul qilinadi va quyidagicha aniqlanadi:

$$V_{cp}^n > V_{xol}^n \therefore j_{zam}^n = \frac{0 - V_{cp}^n}{t_{zam}^n},$$

$$V_{cp}^n < V_{cp}^{n+1} \therefore j_{zam}^n = \frac{V_{cp}^n - V_{cp}^{n+1}}{t_{zam}^n}.$$

Avtomobilning umumiy harakatlanish vaqti:

$$T_{общ} = T_{noc} + T_{yck} + T_{zam}.$$

bu yerda  $T_{noc}$  – o'zgarmas tezlik bilan harakatlanish rejimidagi umumiy vaqt,

$$T_{noc} = \sum_n^l t_{noc}^n, [c];$$

$T_{yck}$  – tezlanish rejimidagi umumiy vaqt,

$$T_{yck} = \sum_n^l t_{yck}^n, [c];$$

$T_{zam}$  – sekinlanish rejimidagi umumiy vaqt,

$$T_{zam} = \sum_n^l t_{zam}^n, [c].$$

Avtomobilning harakatlanish rejimlari salmog'i quyidagi tengliklar orqali aniqlanadi:

O'zgarmas tezlik bilan harakatlanish

$$T_{noc}^{\%} = \frac{T_{noc}}{T_{общ}}, [ \% ];$$

Tezlanish

$$T_{yck}^{\%} = \frac{T_{yck}}{T_{общ}}, [ \% ];$$

Sekinlanish

$$T_{zam}^{\%} = \frac{T_{zam}}{T_{общ}}, [ \% ].$$

Umumiy bosib o'tilgan yo'l (m)

$$S_{общ} = S_{noc} + S_{yck} + S_{zam}.$$

bu yerda  $S_{noc}$  – o'zgarmas tezlik bilan harakatlanish rejimidagi umumiy yo'l,

$$S_{noc} = \sum_n^l (V_{cp}^n \cdot t_{noc}^n);$$

$S_{yck}$  – tezlanish rejimidagi umumiy yo'l (m),

$$V_{cp}^n < V_{cp}^{n+1} \therefore S_{yck} = \sum_n^l (V_{cp}^n \cdot t_{yck}^n + \frac{j_{yck}^n \cdot t_{yck}^n{}^2}{2})$$

$$\text{yoki } V_{xol}^n < V_{cp}^n \therefore S_{yck} = \sum_n^l \left( \frac{j_{yck}^n \cdot t_{yck}^n{}^2}{2} \right);$$

$S_{зам}$  – sekinlanish rejimidagi umumiy yo‘l (m),

$$V_{cp}^n > V_{cp}^{n+1} \therefore S_{зам} = \sum_n^l \left( V_{cp}^{n+1} \cdot t_{зам}^n + \frac{j_{зам}^n \cdot t_{зам}^n{}^2}{2} \right)$$

$$\text{yoki } V_{cp}^n > V_{xol}^n \therefore S_{зам} = \sum_n^l \left( \frac{j_{зам}^n \cdot t_{зам}^n{}^2}{2} \right).$$

Avtomobilning o‘rtacha tezligi (m/s)

$$V_{cp}^{o6uy} = \frac{S_{o6uy}}{T_{o6uy}}$$

Qayd etilgan sinov ma’lumotlarini belgilash orqali avtomobilning bosib o‘tgan yo‘li  $S$ , o‘rtacha tezligi  $V_{acp}$ , tezlanishi va sekinlanishi  $\pm j$ , barcha harakat rejimlari uchun sarflangan vaqt  $T_{o6uy}$  aniqlandi.

Avtomobillarning harakat rejimlari salmog‘ini saqlagan holda harakat siklini hosil qilish uchun katta massiv ma’lumotlarini masshtabda kichiklashtirish maqsadga muvofiq

$$\tau_t = \frac{T_{o6uy}}{T_{езд.у}}$$

bu yerda  $T_{езд.у}$  – magistral harakat siklining umumiy vaqti, s.

Barcha harakatlanish rejimlariga to‘g‘ri kelgan vaqtlar mos ravishda quyidagi tenglamalar bilan masshtablanadi:

harakat siklida o‘zgaras tezlik bilan harakatlanish rejimining vaqti, s.

harakat siklida tezlanish rejimining vaqti, s.

harakat siklida sekinlanish rejimining vaqti, s.

$$T_{езд.у}^{noc} = \frac{T_{noc}}{\tau_t};$$

$$T_{езд.у}^{yck} = \frac{T_{yck}}{\tau_t};$$

$$T_{езд.у}^{зам} = \frac{T_{зам}}{\tau_t}.$$

Yaratilgan harakat sikliga asoslanib, yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini aniqlash uchun ishlab chiqilgan matematik model yordamida nazariy tadqiqotlar bajarildi (2019- yil 28- noyabrdagi DGU 07341-sonli EHMLar uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma).

Ushbu matematik modeldan foydalanib, magistral harakat siklida atrof-muhitning yuqori haroratlari uchun ISUZU NQR71PL, Otayo‘l 120.14, MAN TGS 26.400 yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfi aniqlandi (1-jadval).

1-jadval natijalari shuni ko‘rsatadiki, haroratning 20 dan 40°C ga o‘zgarishi ISUZU NQR71PL yuk avtomobilining yonilg‘i sarfi 8,1% ga oshishiga olib keladi. Otayul va MAN TGS 26.400 yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfi esa harorat 20

dan 40<sup>0</sup>C ga o'zgarganida mos ravishda 8,6% va 7,8% ga oshadi.

**1-jadval**

**Magistral harakat siklida yonilg'i sarfini aniqlash bo'yicha nazariy tadqiqotlar natijalari**

Ko'rsatkichlar	Токр, °C					
	+20 °C	+30 °C	+40 °C	+20 °C	+30 °C	+40 °C
	yuksiz			to'la yuklangan		
Otayo'l 120.14						
Yonilg'i sarfi (nazariy), l/100 km	16,91	17,73	18,41	21,3	22,1	23,5
ISUZU NQR71PL						
Yonilg'i sarfi (nazariy), l/100 km	16,48	17,28	17,91	19,2	20,2	22,5
MAN TGS 26.400						
Yonilg'i sarfi (nazariy), l/100 km	27,13	28,22	29,29	39,1	40,1	41,2

Yuk avtomobillarining yonilg'i sarfini aniqlash bo'yicha hisob-analitik tadqiqotlar asosida atrof-muhit haroratining ko'tarilishi yonilg'i sarfining oshishiga olib kelishi aniqlandi.

Dissertatsiyaning **“Yuk avtomobilining tortish-tezlik xususiyatlari va yonilg'i tejamkorligining tajriba-sinov tadqiqotlari”** deb nomlangan uchinchi bobida yuqori harorat sharoitlarida yuk avtomobillarining yonilg'i sarfini magistral harakat siklida tajriba-sinov asosida baholash uslubi, yo'l va poligonda o'tkazilgan tajriba-sinov natijalari, hisobi va tajribaviy natijalarning tahlili, shuningdek, atrof-muhitning yuqori harorat sharoitida yuk avtomobillarining konstruktiv va ekspluatatsion samaradorligini oshirish bo'yicha keyingi tadqiqotlar uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqish keltirilgan.

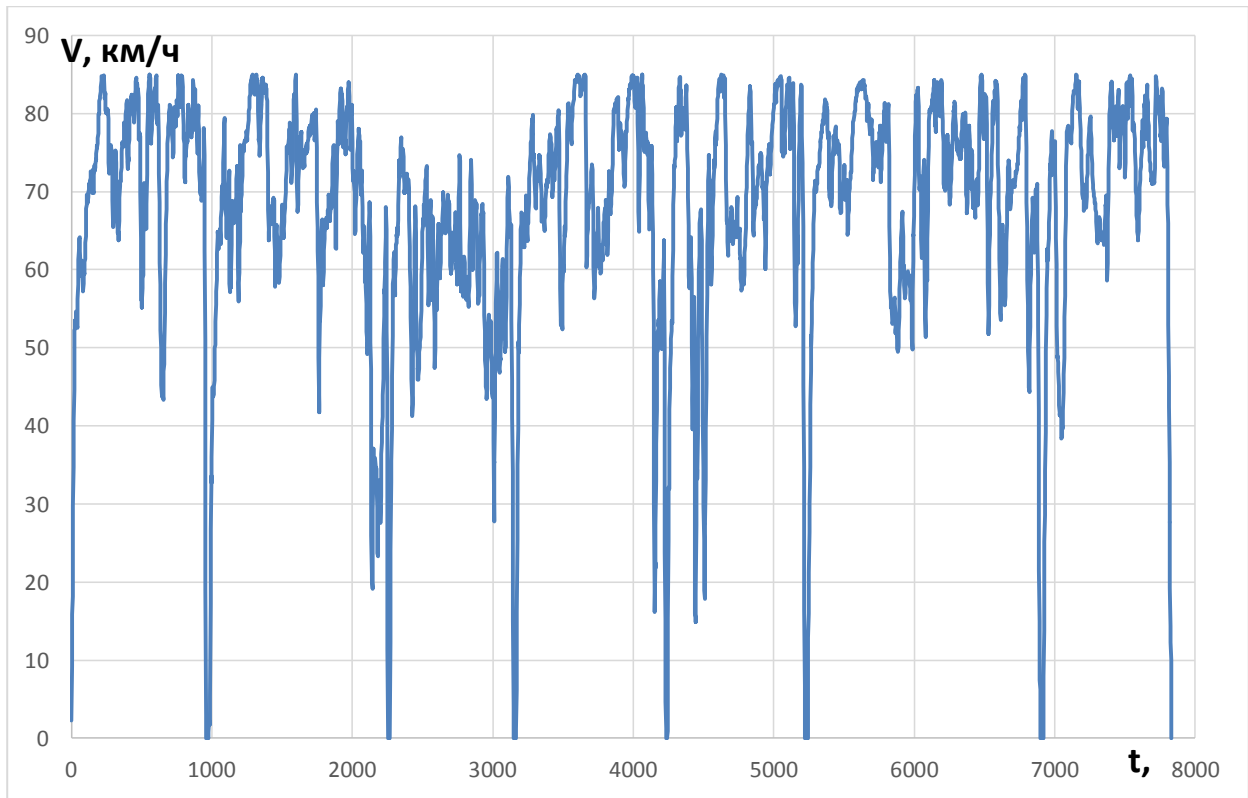
Tadqiqotning obyekti sifatida N<sub>2</sub> va N<sub>3</sub> toifadagi yuk avtomobillari olingan.

Sinovlar davomida yuk avtomobillarining harakat rejimlari ko'rsatkichlarini, yonilg'i tejamkorligini va ularning turli agregat va uzellaridagi haroratni aniqlash imkonini beruvchi o'lchash va qayd etish asbob-uskunalari majmuasidan foydalanildi.

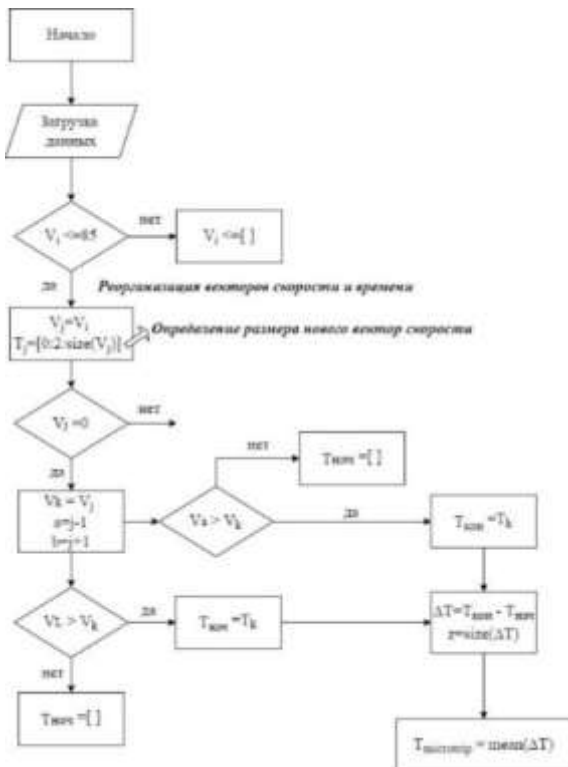
Sinov tadqiqotlari ishlab chiqilgan uslubga muvofiq ikki bosqichda o'tkazildi. Birinchi bosqichda magistral harakat siklini qurish uchun real magistral yo'llarda yuk avtomobillarining harakat rejimlari to'g'risida statistik ma'lumotlar to'plandi, ikkinchi bosqichda esa magistral harakat siklida yuk avtomobillarining atrof-muhitning yuqori haroratlarida yonilg'i sarfi aniqlandi.

Magistral harakat siklini qurish uchun avtomobillar harakatlanish rejimlari fazalarini alohida tahlil qilish va barcha fazalarni sintezlash kerak.

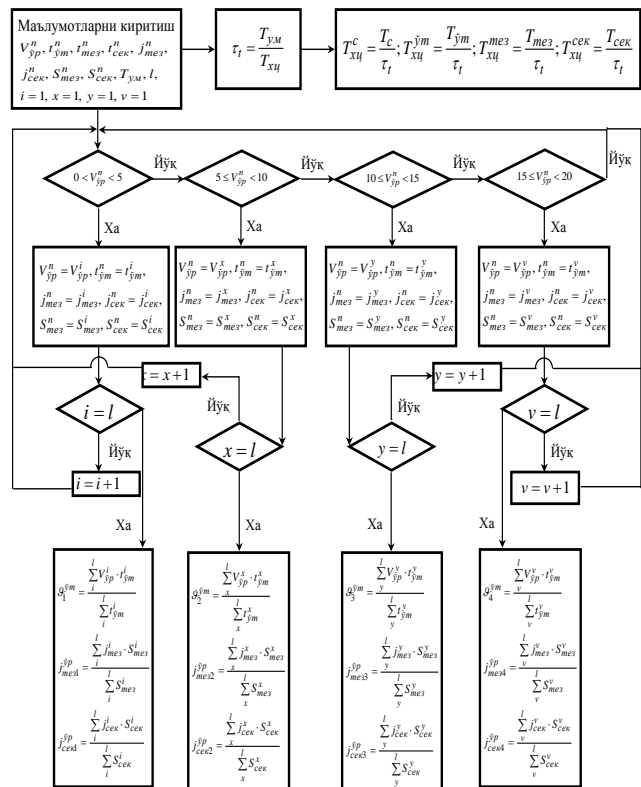




2-rasm. Harakat rejimlari sinovlari natijalari



3-rasm. Sinov natijalarini mikrouchastkalariga ajratish hisob dasturi



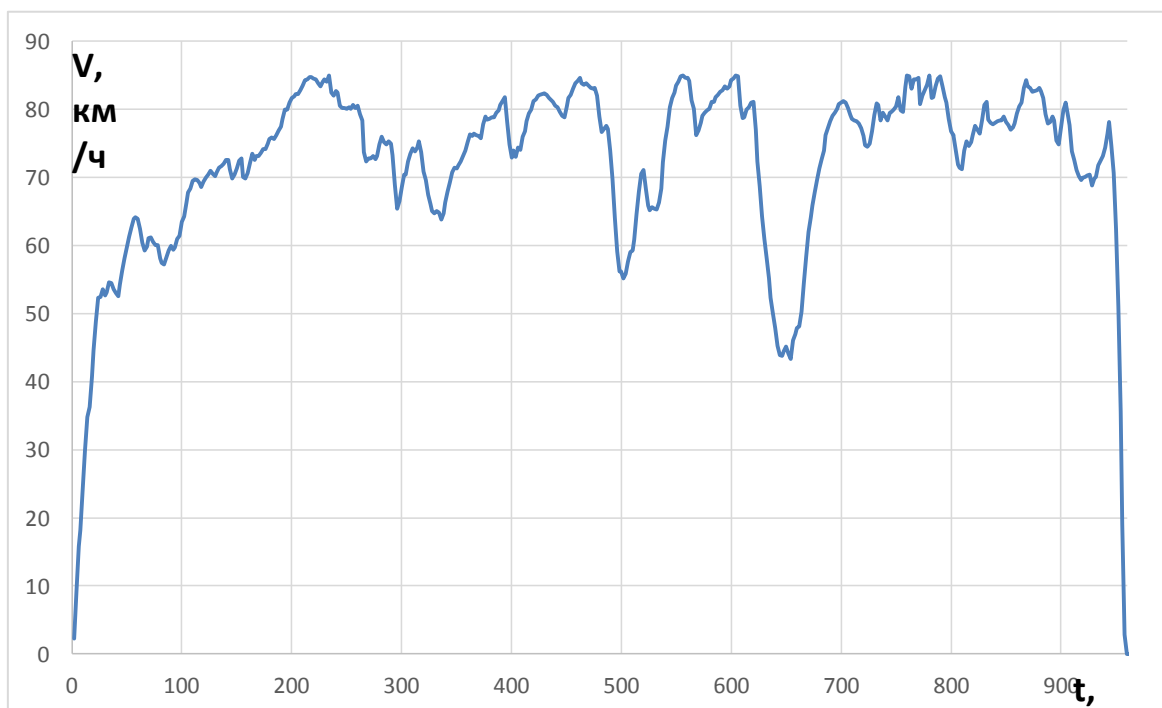
4-rasm. Yuk avtomobillari uchun harakat siklini qurish mantiqiy hisob dasturi algoritmi

Magistral harakat sikli barcha harakat rejimlari, davrlari va salmoqlarining o‘rtacha qiymatlarini hisoblash orqali qurilgan. Buning uchun avtomobilning harakat rejimlari aniqlangan va xar bir soniya kesimida tahlil qilingan.

Magistral harakat siklini qurish sinovlari yuk avtomobillarining bosib o‘tgan masofasi, vaqti, tezligini GPS monitoring tizimi va elektron boshqaruv tizimi bilan jihozlangan transport vositalarida amalga oshirildi.

Sinovlar yuk avtomobillarining harakat rejimlari bo‘yicha statistik ma’lumotlarni to‘plash maqsadida olib borildi (2-rasm).

Harakat rejimlarining tahlili asosida hisob dasturi ishlab chiqildi (3-rasm), bu dastur sinov natijalarini mikrouchastkalariga ajratish imkonini beradi (5-rasm).



**5-rasm. Ma’lumotlarni qayta ishlangandan keyingi natija**

Harakat siklini qurish avtomobil harakatlanish rejimlari fazalarini tahlil qilish orqali aniqlangan qiymatlari ularning masshtabdagi davri bo‘yicha sintezlash orqali amalga oshiriladi.

**2-jadval**

**Magistral xarakat rejimining ko‘rsatkichlari**

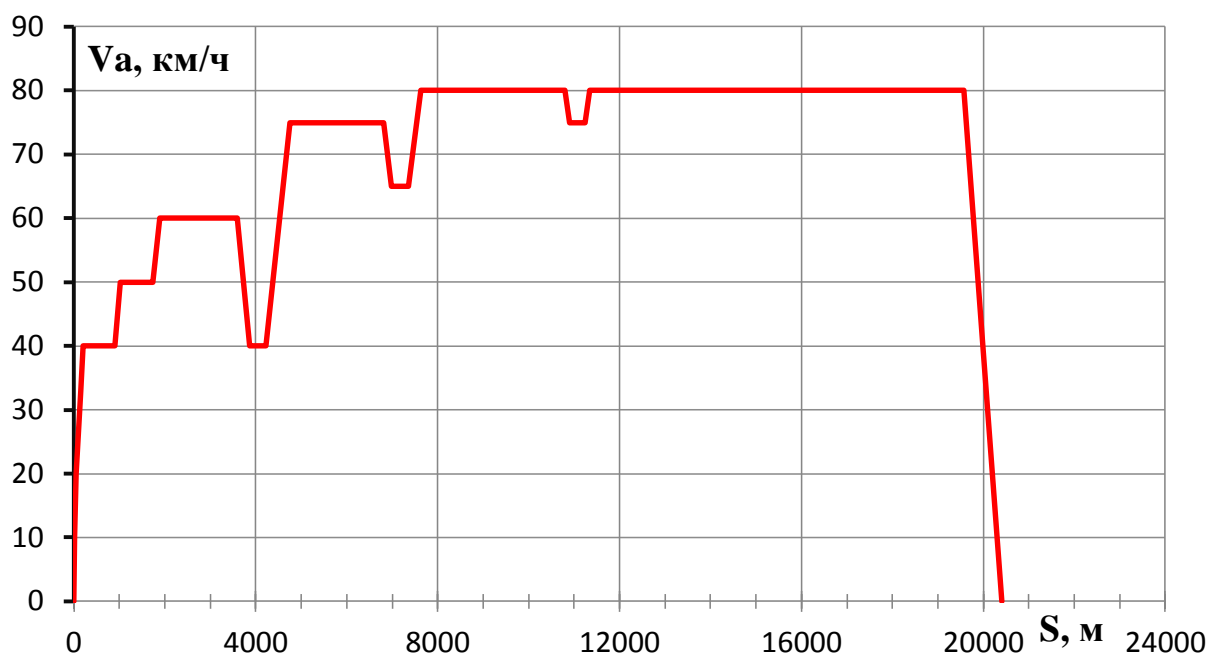
Harakat rejimlari	Bosib o‘tilgan masofa, km	Tezlikning o‘rtacha qiymati, km/s	Tezlanish/ sekinlanishning o‘rtacha qiymati, m/s <sup>2</sup>	Yo‘l bo‘yicha salmog‘i, %
O‘zgarmas tezlik bilan harakatlanish rejimi	17,24	68,67		84,5
Tezlanish rejimi	1,63		1,26	8
Sekinlanish rejimi	1,53		1,31	7,5
<b>Umumiy</b>	<b>20,4</b>			<b>100</b>

Olingan natijalar asosida yuk avtomobillari uchun harakat siklini yaratish dasturi (4-rasm) yordamida magistral harakat sikli (6-rasm) ishlab chiqildi.

Ishlab chiqilgan harakat sikli quyidagi ko'rsatkichlar bilan aniqlandi (2-jadval): masofa – 20400 m; o'rtacha tezlik – 68,7 km/soat; o'rtacha tezlanish/sekinlanish – 1.26/1.31 m/s<sup>2</sup>. Sikl fazalarining vaqt bo'yicha salmog'i: o'zgarmas tezlik bilan harakatlanish rejimi – 84,5%; tezlanish/sekinlanish salmog'i – 8/7.5%.

Magistral harakat siklining ko'rsatkichlari yuk avtomobillarida o'tkazilgan sinovlarning umumlashtirilgan natijalari bilan taqqoslandi.

Ishlab chiqilgan magistral harakat sikli ko'rsatkichlari sinov natijasidan quyidagi qiymatlarga farq qildi: o'rtacha tezligi 3,6 % gacha; o'rtacha tezlanish 4,6 % gacha; o'rtacha sekinlanish 4,5 % gacha.



**6-rasm. Magistralniy harakat sikli**

Nazariy izlanishlar asosida magistral harakat siklida yuk avtomobillarining atrof-muhitning yuqori haroratlarida yonilg'i sarfini aniqlash uchun hisob-analitik va sinov tadqiqotlari o'tkazildi.

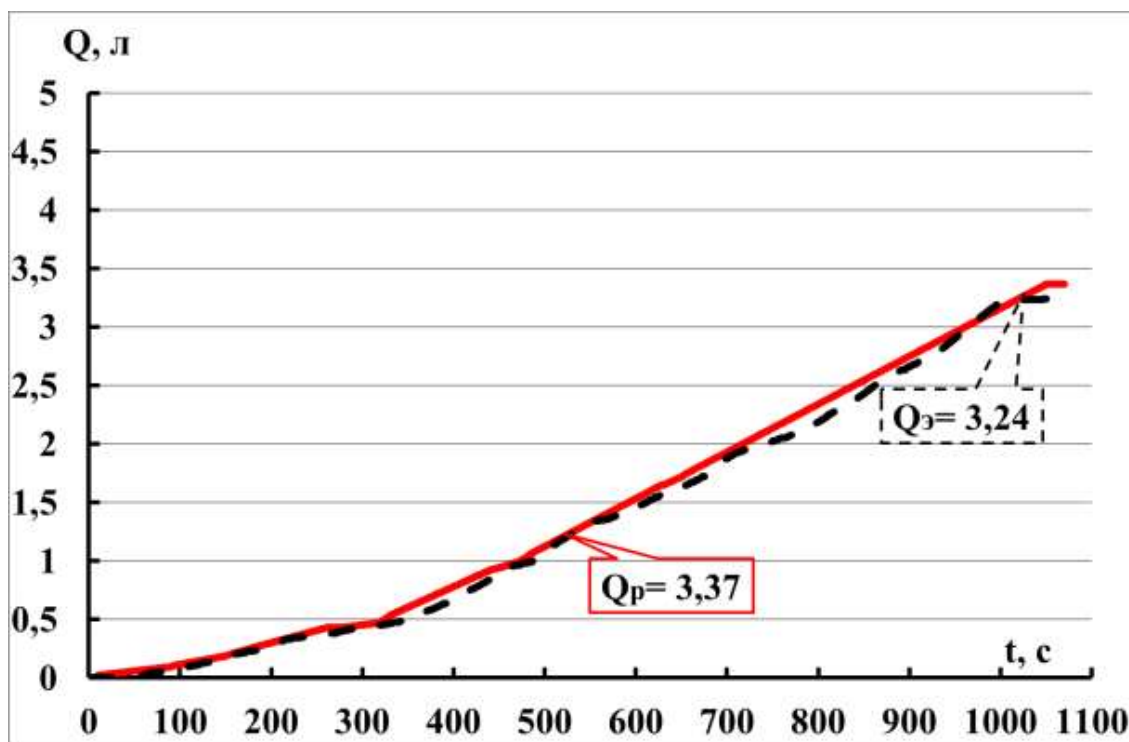
ISUZU NQR71PL yuk avtomobilining yonilg'i sarfi va harakat rejimlari sinov natijalari hisob-analitik natijalar bilan taqqoslandi (7-8-rasm).

8-rasmda magistral harakat siklida yuk avtomobilining umumiy yonilg'i sarfini o'zgarishini ko'rish mumkin. Hisob-analitik hamda sinov tadqiqotlarini taqqoslash yonilg'i sarfini aniqlash uslubining yuqori ishonchligini ko'rsatdi va ± 5% ni tashkil etdi. Shunga asosan, atrof-muhitning yuqori haroratida magistral harakat siklida yuk avtomobillarining yonilg'i sarfi aniqlandi.

Magistral harakat siklida Otayo'l 120-14, Isuzu NQR71PL va MAN TGS 26.400 yuk avtomobillarining nazariy va sinov tadqiqotlari natijalari 3-jadvalda keltirilgan.



7-rasm. Magistral xarakat siklida ISUZU NQR71 yuk avtomobilining yonilg'i sarfini aniqlash bo'yicha nazariy va sinov tadqiqotlari natijalari



8-rasm. Magistral xarakat siklida ISUZU NQR71PL yuk avtomobilining yonilg'i sarfini aniqlash bo'yicha nazariy va sinov tadqiqotlari natijalari ( $Q_p$  – nazariy,  $Q_s$  – sinov)

Yonilg‘i sarfining nazariy va sinov tadqiqotlari qiymatlarini taqqoslash shuni ko‘rsatdiki, nazariy va sinov natijalari o‘rtasidagi farq 2,1% dan 3,14% gachani tashkil etdi.

Nazariy va sinov tadqiqotlari natijalarini taqqoslash tadqiqot natijalarining ishonchliligini ko‘rsatdi.

### 3-jadval

#### Magistral xarakat siklida yonilg‘i sarfini aniqlash bo‘yicha nazariy va sinov tadqiqotlarining natijala

Ko‘rsatkichlar	Токр, °С					
	+20 °С	+30 °С	+40 °С	+20 °С	+30 °С	+40 °С
	уиксиз			то‘ла уикланган		
<b>Otayo‘l 120.14</b>						
Yonilg‘i sarfi (eksperimental), l/100 km	16,43	17,16	17,78	20,8	21,9	22,9
Yonilg‘i sarfi (nazariy), l/100 km	16,91	17,73	18,41	21,3	22,1	23,5
Nisbiy xatolik, %	2,96	3,07	3,12	2,35	2,3	2,55
<b>ISUZU NQR71PL</b>						
Yonilg‘i sarfi (eksperimental), l/100 km	16,07	16,78	17,38	18,88	19,9	21,1
Yonilg‘i sarfi (nazariy), l/100 km	16,48	17,28	17,91	19,2	20,2	22,5
Nisbiy xatolik, %	2,55	2,98	3,05	2,1	2,5	2,7
<b>MAN TGS 26.400</b>						
Yonilg‘i sarfi (eksperimental), l/100 km	26,34	27,37	28,4	38,2	39,1	40,1
Yonilg‘i sarfi (nazariy), l/100 km	27,13	28,22	29,29	39,1	40,1	41,2
Nisbiy xatolik, %	2,99	3,09	3,14	2,3	2,49	2,67

Shunday qilib, tavsiya etilayotgan real magistral yo‘l sharoitlarini tavsiflovchi magistral harakat siklida yonilg‘i sarfini aniqlash orqali yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini me‘yorlashtirishda  $\pm 5\%$  xatolik bilan ishonchlilik darajasini oshirish imkoniyati yuzaga keladi.

## XULOSA

“Yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfini atrof-muhitning yuqori haroratida aniqlash usulini takomillashtirish” mavzusi bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Atrof-muhit haroratining o‘zgarishini hisobga olgan holda magistral harakat siklidayuk avtomobillarining yonilg‘i tejamkorligini hisoblashning matematik modeli ishlab chiqilgan.

2. Nazariy tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, atrof-muhit haroratining xar  $10^{\circ}\text{C}$  ga oshishi to‘la massali yuk avtomobillarining yonilg‘i sarfi 4-4,5% ga oshishiga olib keladi.

3. Zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanib hamda 2...3% xatolikka ega bo‘lgan yuk avtomobillarining tortish-tezlik xususiyatlari va yonilg‘i tejamkorligini aniqlash uchun asbob-uskunalar to‘plami ishlab chiqildi.

4. Ishlab chiqilgan harakat sikli quyidagi ko‘rsatkichlar bilan aniqlandi: masofa – 20400 m; o‘rtacha tezlik – 68,7 km/soat; o‘rtacha tezlanish/sekinlanish – 1.26/1.31  $\text{m/s}^2$ . Sikl fazalarining vaqt bo‘yicha salmog‘i: o‘zgarmas tezlik bilan harakatlanish rejimi – 84,5%; tezlanish/sekinlanish salmog‘i – 8/7.5%.

Ishlab chiqilgan magistral xarakat sikli ko‘rsatkichlari tipizatsiyalashgan Toshkent – Jizzax magistral yo‘lida o‘tkazilgan sinovlarning umumlashtirilgan natijalari bilan taqqoslangan. Ko‘rsatkichlar sinov natijalaridan quyidagi qiymatlarga farq qildi: o‘rtacha tezligi 3,6 % gacha; o‘rtacha tezlanish 4,6 % gacha; o‘rtacha sekinlanish 4,5 % gacha.

5. Ishlab chiqilgan uslub bo‘yicha yuk avtomobillarida o‘tkazilgan sinov tadqiqotlari shuni ko‘rsatdiki, atrof-muhit haroratining 20 dan  $40^{\circ}\text{C}$  gacha oshishi ISUZU NQR71PL da – 8,1 % atrofida, Otayo‘l 120.14da – 8,6% atrofida va MAN TGS 26.400 da esa – 7,8% chegarasida yonilg‘i sarfining oshishiga olib kelishi aniqlandi.

6. O‘zDSt 3597:2022 “Avtomobil transport vositalari yoqilg‘i tejamkorligi. Issiq-quruq iqlim sharoitlarida sinov usullari” O‘zbekiston Respublikasi Davlat standarti ishlab chiqildi.

7. Atrof-muhitning yuqori harorat sharoitida yuk avtomobillarining konstruktiv va ekspluatatsion samaradorligini oshirish bo‘yicha keyingi tadqiqotlar uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

8. Yuqoridagi ishlanmalarni amaliyotga tadbiiq etish yuk avtomobillarining muhim ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini aniqlash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi va texnik-ekspluatatsiya xarajatlarini (sinov xarajatlari 5-6 baravar, mehnat xarajatlari 9-10 baravar) kamaytirish orqali sezilarli iqtisodiy samaraga erishiiladi, bu esa xar bir yuk avtomobili uchun 2-2,5 mln. so‘m miqdorda moliyaviy resurslarni tejash imkonini beradi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ  
DSc.15/31.08.2022.Т.73.03 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**САИДУМАРОВ АЛИШЕР РАВШАНОВИЧ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА  
ТОПЛИВА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ  
ТЕМПЕРАТУРАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

05.08.06 – Колесные и гусеничные машины и их эксплуатация

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)  
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент– 2023**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2022.4.PhD/T3384.**

Диссертация выполнена в Ташкентском институте по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.tstu.uz](http://www.tstu.uz)) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» («[www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)»).

**Научный руководитель:**

**Кулмухамедов Жасур Рафикович**  
кандидат технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Базаров Бахтиёр Имамович**  
доктор технических наук, профессор

**Ахмедов Дониёр Анваржонович**  
доктор философии (PhD), по техническим наукам, доцент, майор

**Ведущая организация:**

**Ташкентский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года в \_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.15/31.08.2022.T.73.03 при Ташкентском государственном транспортном университете (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01, факс: (99871) 293-57-54 e-mail: [rectorat@tstu.uz](mailto:rectorat@tstu.uz), [tashiit@exat.uz](mailto:tashiit@exat.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (зарегистрирована под номером \_\_\_). (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01, факс: (99871) 293-57-54 e-mail: [rectorat@tstu.uz](mailto:rectorat@tstu.uz), [tashiit@exat.uz](mailto:tashiit@exat.uz)).

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года.

(реестр Протокола рассылки № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 года).

**А.А.Рискулов**

Председатель Научного совета по  
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

**К.З.Зияев**

Ученый секретарь Научного совета по  
присуждению учёных степеней, PhD

**Ш.П. Алимухамедов**

Председатель Научного семинара при Научном  
совете по присуждению учёных степеней,  
д.т.н., профессор



## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире, принимая во внимание важность стабильной, безопасной и эффективной работы автотранспортных средств (АТС) для удовлетворения потребностей экономики и населения, большое значение придается эффективному использованию источников энергии и их экологической безопасности. В настоящее время в развитых зарубежных странах актуализировались вопросы, направленные на уделённое установление энергетической, экологической и экономической эффективностей, и повышение производительности АТС, а также использования эксплуатационных материалов с применением телематических систем для непрерывного мониторинга результатов. В связи с этим, особое внимание уделяется, в том числе, совершенствованию выпускаемых АТС и повышению их производительности, экономичности и конкурентоспособности.

Во всем мире, учитывая важность широкого использования стандартных ездовых циклов, описывающих образцовые условия для экспериментальной оценки топливной экономичности АТС, большое значение имеет разработка ездовых циклов, отображающих реальные условия эксплуатации, и проведение научно-исследовательских работ по совершенствованию методов определения расхода топлива. В этом направлении, в том числе, проводятся исследования по модернизации конструктивных параметров АТС в реальных условиях эксплуатации, при этом считается приоритетом снижение транспортных расходов за счет внедрения современных информационных технологий, регулирования расхода топлива, повышения эффективности их использования, выбирая наиболее оптимальный режим эксплуатации. В то же время, при определении топливной экономичности АТС актуальными задачами считаются - совершенствование их конструкции путем оценки условий эксплуатации, разработка методов выбора оптимальных параметров, а также их конструкции для определенных условий эксплуатации.

В нашей республике реализуются масштабные мероприятия, направленные на определение эффективного использования природно-сырьевых ресурсов в области транспорта. Об этом свидетельствует принятие ряда нормативных и нормативно-правовых документов, стимулирующих проведение научно-исследовательских и методических работ в данной сфере, наряду с совершенствованием организационно-нормативной составляющей транспортной системы. Например, в стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы такие задачи, как «...обеспечение бесперебойного снабжения нефтепродуктами отраслей экономики и населения.» и «...изучение влияния членства Узбекистана во Всемирную торговую организацию на сферы металлургии, текстиля, пищевую промышленность,

производство автомобилей.»<sup>5</sup> указаны отдельно. При выполнении поставленных задач важное значение приобретает проведение научно-исследовательских работ по определению расхода топлива АТС с учетом повышенных температур окружающей среды, разработкой и обоснованием способов повышения тягово-скоростных свойств и топливной экономичности, а также с разработкой методов их оценки.

Данное диссертационное исследование направлено на выполнение задач, предусмотренных Указами Президента Республики Узбекистан № УП-5863 от 30 октября 2019 года «Об утверждении концепции охраны окружающей среды Республики Узбекистан до 2030 года»<sup>6</sup>, № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»<sup>7</sup> и Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-4477 от 4 октября 2019 года «Об утверждении стратегии по переходу Республики Узбекистан на «зеленую» экономику на период 2019 — 2030 годов»<sup>8</sup>, а также другими нормативно-правовыми актами, принятыми в данной сфере деятельности.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления науки и технологий Республики Узбекистан ИИИ. «Энергетика, энерго - и ресурсосбережение, транспорт, машино - и приборостроение».

**Степень изученности проблемы.** Вопросы теории, конструкции и эффективности использования АТС применительно к условиям эксплуатации исследованы в трудах таких мировых ученых, как Т.Barlow, U.Gamer, М.Метчке, D.Ниемеиер, Р.Nyberg, Е.Тзигакис, J.Wishart, J.Wong, Лиу Yuingji, Г.Б.Безбородова, Д.П.Великанов, Т.С.Высоцкий, Н.В.Диваков, А.М.Иванов, А.С.Литвинов, М.И.Луре, С.А.Маняшин, А.Н.Нарбут, Л.Г.Резник, А.С.Терехов, А.А.Токарев, Б.С.Фалкевич, Я.Е.Фаробин, А.А.Юрчевский и др.

Проблемы совершенствования эксплуатационных свойств автомобилей и параметров дорожных условий их эксплуатации, а также повышения эффективности использования АТС рассматривались в исследованиях таких отечественных ученых, как А.А.Муталибов, О.У.Салимов, С.М.Кадиров, Б.И.Базаров, А.А.Мухитдинов, Б.А.Ходжаев, О.В.Лебедев, Ш.П.Алимухамедов, Ж.Р.Кулмухамедов, Э.З.Файзуллаев, Э.П.Шараев, А.С.Халмухамедов, Р.С.Хикматов, Ш.И.Эрбеков, Ш.К.Хакимов, С.К.Рузимов, К.З.Зияев, У.А.Абдураззаков и др.

Проведенный анализ позволил установить, что повышение температуры окружающей среды и снижение относительной влажности приводят к ухудшению показателей двигателя – к падению эффективной мощности и

---

<sup>5</sup> Указа Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

<sup>6</sup> <https://lex.uz/docs/-4574008>.

<sup>7</sup> <https://lex.uz/uz/docs/-5841063>.

<sup>8</sup> <https://lex.uz/docs/-4539502>.

увеличению расхода топлива. Выпускаемые заводами АТС обладают достаточно низкой приспособленностью к эксплуатации в условиях повышенных температур окружающей среды. Кроме того, многие вопросы, связанные с исследованиями этих характеристик, недостаточно изучены, отсутствуют апробированные и унифицированные методики их оценки, что затрудняет использование для сравнительного анализа ранее накопленных экспериментальных данных. В некоторых зарубежных нормативных документах предусматривается приведение результатов испытаний на топливную экономичность к стандартным атмосферным условиям, что свидетельствует о существенном влиянии температуры окружающей среды на показатели топливной экономичности АТС.

Для обеспечения требуемой достоверности и объективности получаемых оценок испытания должны проводиться в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным. Анализ выполненных работ, разработанных методик и регламентаций показал недостаточность методического обеспечения испытаний в условиях повышенных температур окружающей среды.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено согласно плану научно-исследовательских работ в рамках проектов:

А-3-58 «Методология эффективной эксплуатации грузовых автомобилей» (2015 – 2017);

БВ-Атех-2018-142. «Разработка научно - обоснованных базисных норм расхода топлива автотранспортных средств, производимых в Республике Узбекистан» (2018 – 2020).

**Целью исследования** является совершенствование метода определения расхода топлива грузовых автомобилей на магистральном ездовом цикле с учетом повышенной температуры окружающей среды.

**Задачи исследования:**

усовершенствовать математическую модель расчета расхода топлива грузовых автомобилей с учетом условий повышенных температур окружающей среды;

разработать комплекс аппаратуры для оценки влияния повышенных температур на тягово-скоростные свойства и топливную экономичность грузовых автомобилей с использованием современных информационных технологий;

произвести оценку степени влияния повышенных температур окружающей среды на тягово-скоростные свойства и топливную экономичность грузовых автомобилей на базе типизированного магистрального маршрута (Ташкент - Джизак);

разработать методику экспериментального определения расхода топлива грузовых автомобилей по магистральному ездовому циклу в условиях повышенных температур окружающей среды;

разработать рекомендации для дальнейшего исследования по повышению конструктивной и эксплуатационной эффективности грузовых автомобилей в условиях повышенных температур окружающей среды.

**Объектом исследования** являются грузовые автомобили категории  $N_2$  и  $N_3$  на примере ISUZU NQR71PL, Otayo'1 120.14, MAN TGS 26.400.

**Предметом исследования** является расход топлива грузовых автомобилей в условиях повышенных температур окружающей среды.

**Методы исследования:** математическая статистика и моделирование, синтез основных компонентов, методы систематического и теоретического анализа.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

определены значения коэффициента дифференциального уравнения движения автомобиля методом наименьших квадратов с учетом изменения температуры окружающей среды;

усовершенствована математическая модель определения расхода топлива грузовых автомобилей с помощью коэффициентов, представляющих конструктивные и эксплуатационные параметры, с учетом воздействующих на них температурных факторов;

создан нормативный ездовой цикл на основе экспериментальных статистических данных режимов движения грузовых автомобилей, отражающий реальные магистральные дорожные условия Узбекистана;

разработана методика определения расхода топлива грузовых автомобилей в магистральном ездовом цикле, с использованием термометрических температурных данных в условиях жаркого климата.

**Практические результаты исследования** состоят в следующем:

усовершенствован процесс расчета расхода топлива на магистральном ездовом цикле, полученным методом синтеза параметров и режимов движения грузовых автомобилей в реальных условиях;

разработан комплекс аппаратуры для оценки влияния повышенных температур на тягово-скоростные свойства и топливную экономичность грузовых автомобилей с использованием современных информационных технологий;

предоставлена возможность определения расхода топлива грузовых автомобилей по магистральному ездовому циклу в условиях повышенных температур окружающей среды;

разработан магистральный ездовой цикл грузовых автомобилей для определения расхода топлива при повышенных температурах окружающей среды;

разработаны рекомендации по дальнейшему исследованию проблемы повышения конструктивной и эксплуатационной эффективности грузовых автомобилей в условиях повышенных температур окружающей среды.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования обеспечивается научными методами, обоснованностью используемых теоретических зависимостей, соответствием авторских

расчетных данных экспериментальным результатам исследования, проведенного в реальных дорожных и полигонных условиях.

### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке расчётно-аналитического метода определения расхода топлива грузового автомобиля с учётом повышенных температур окружающей среды, в создании аналитических расчетных методов и логической расчетной программы по разработке ездового цикла, характеризующих реальных магистральных условий.

Практическая значимость полученных результатов определяется повышением эффективности использования грузовых автомобилей при их работе в условиях повышенных температур, сохранением необходимого уровня тягово-скоростных свойств и топливной экономичности моделей АТС в условиях повышенных температур, повышением конструктивной эффективности, эффективности использования и их конкурентоспособность при эксплуатации в условиях жарко-сухого климата.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных результатов исследования по совершенствованию метода определения расхода топлива грузовых автомобилей при повышенных температурах окружающей среды были внедрены:

методика определения расхода топлива грузовых автомобилей в магистральном ездовом цикле в условиях повышенных температур окружающей среды внедрена в нормативный документ «МИП 16580577-003:2021» Агентства по техническому регулированию (Справка Министерства транспорта Республики Узбекистан № 2/4323 от 21 июля 2022г.). В результате, определение расхода топлива транспортных средств в жарко-сухих климатических условиях позволило актуализировать нормативные документы в области технического регулирования;

магистральный ездовой цикл грузовых автомобилей для дорожных условий Узбекистана внесен в Государственный стандарт Республики Узбекистан O‘zDSt 3597:2022 «Топливная экономичность автотранспортных средств. Методы испытаний в жарко-сухих климатических условиях» (Справка Министерства транспорта Республики Узбекистан № 2/4323 от 21 июля 2022г.). Результат позволил определить расход топлива в заданных режимах движения, выбрать конструктивные параметры производимых в республике автомобилей и оценить их приспособленность к условиям жарко-сухого климата;

математическая модель расчета тягово-скоростных свойств и топливной экономичности грузовых автомобилей в магистральном ездовом цикле с учетом изменения температуры окружающей среды внедрена в Министерстве транспорта Республики Узбекистан (Справка Министерства транспорта Республики Узбекистан № 2/4323 от 21 июля 2022г.). В результате, при оценке влияния повышенных температур окружающей среды на тягово-скоростные свойства и топливную экономичность грузовых

автомобилей, производительность труда увеличилась в 9-10 раз, а затраты на испытания снизились в 5-6 раз.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования обсуждены на 3 международных, 7 республиканских и 3 межвузовских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 16 научных работ. Из них 3 – в республиканских и 2 – в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD). Получено 1 свидетельство об официальной регистрации программы для ПК.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, общих выводов и рекомендаций, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 114 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во **введении** обоснованы актуальность и востребованность темы исследования, его цели и задачи, охарактеризованы объект и предмет исследования, соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике. Раскрыта научная новизна и изложены результаты исследования и их научное и практическое значение. Даны сведения о внедрении результатов в практику, о публикациях по теме исследования и структуре диссертации.

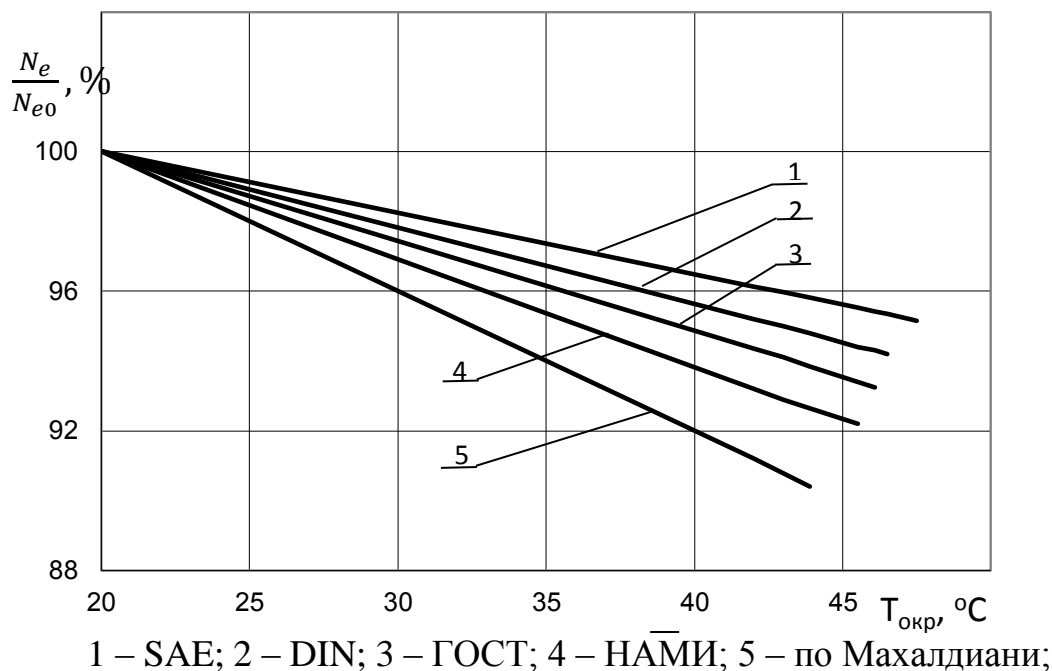
Первая глава – **«Анализ состояния вопроса»** – содержит анализ научно-исследовательской и технической информации, посвященной вопросам особенностей эксплуатации автотранспортных средств (АТС) в условиях повышенных температур окружающей среды, влияния условий эксплуатации на некоторые эксплуатационные свойства АТС, методов построения ездовых циклов, факторов, влияющих на показатели и режим движения, а также на расход топлива автомобиля. Исходя из этого, рассматриваются пути совершенствования метода расчета расхода топлива, применение современных средств информационных технологий при определении показателей режимов движения, показатели магистральных ездовых циклов.

Условия эксплуатации АТС в зоне жарко-сухого климата резко отличаются от условий работы в зонах с умеренным климатом, что требует тщательного учета климатического фактора при проектировании, производстве, испытаниях, исследованиях и доводке АТС для обеспечения нормального уровня эксплуатационных и потребительских свойств АТС и, следовательно, их конкурентоспособности.

Проведенный анализ позволит установить, что повышение температуры окружающей среды и снижение относительной влажности приводят к ухудшению показателей двигателя – к падению эффективной мощности и увеличению расхода топлива. Различными авторами и стандартами

предлагается ряд формул приведения и определения изменения эффективной мощности от температуры окружающей среды. Но все они громоздки, сложны и крайне неудобны в использовании при расчете параметров движения АТС, хотя подчеркивают одно и то же: эффективная мощность и момент снижаются с ростом температуры окружающей среды в условиях повышенных температур в жарком климате.

Однако в количественном отношении эти формулы не дают тождественного результата (рис.1).



**Рис.1. Зависимость относительного снижения мощности от  $T_{окр}$  дизельного двигателя, полученная по различным формулам**

Анализ выполненных работ и разработанных методик для регламентации испытаний в условиях жаркого климата показал недостаточность методического обеспечения испытаний в указанных условиях.

В связи с этим разработана магистрального ездового цикла с учетом условий эксплуатации автомобиля и совершенствование метода определения расхода топлива грузовых автомобилей на магистральном ездовом цикле с учетом повышенной температуры окружающей среды являются актуальной научной проблемой.

Во второй главе – «Теоретические исследования автотранспортных средств в условиях повышенных температур окружающей среды» – описываются математическая модель расчета расхода топлива грузовых автомобилей с учетом условий повышенных температур окружающей среды, логическая расчетная программа создания магистрального ездового цикла методом синтеза режимов движения автомобиля.

Движения АТС по дороге с постоянными показателями описываются дифференциальным уравнением

$$\frac{d\vartheta_a}{dt} \cdot m_{np} = a_i \cdot \vartheta_a^2 + b_i \cdot \vartheta_a + c_i, \quad (1)$$

где  $m_{np} = m_a \delta_{\text{вп}}$  - приведенная масса автомобиля;

$\delta_{\text{вп}} = 1 + \frac{J_m \cdot U_{\text{mpi}}^2 \cdot \eta_{\text{mpi}} + \sum J_k}{m_a \cdot r_{\text{д}} \cdot r_k}$  - коэффициент учета вращающихся масс при разгоне на  $i$ -й передаче;

$m_a$  - полная масса автомобиля;

$\vartheta_a$  - скорость автомобиля;

$r_{\text{д}}$  - динамический радиус колеса;

$r_k$  - радиус качения колеса;

$J_m$  - момент инерции маховика;

$\sum J_k$  - суммарный момент инерции колеса;

$U_{\text{mpi}}$  - общее передаточное число трансмиссии;

$\eta_{\text{mpi}}$  - коэффициент полезного действия (КПД) трансмиссии на  $i$ -й передаче;

$a_u, b_u, c_u$  - коэффициенты, зависящие от конструктивных и эксплуатационных параметров АТС:  $a_u$  выражает аэродинамическое сопротивление,  $b_u$  влияние скорости движения на коэффициент сопротивления качению шин, а  $c_u$  - силу сопротивления качению при минимальной скорости.

Коэффициенты  $a_u, b_u, c_u$  - рассчитываются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} a_i &= A_i - K_e \cdot F, \\ b_i &= B_i, \\ c_i &= C_i - m_a \cdot (f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $A_u, B_u, C_u$  - коэффициенты аппроксимирующего уравнения полной окружной силы на ведущих колесах АТС ( $P_k = A_i \cdot \vartheta_a^2 + B_i \cdot \vartheta_a + C_i$ ):

$$A_i = a_m \cdot \frac{U_{\text{mpi}}^3 \cdot \eta_{\text{mpi}} \cdot K_p}{r_{\text{д}}^2 \cdot r_k}, \quad B_i = b_m \cdot \frac{U_{\text{mpi}}^2 \cdot \eta_{\text{mpi}} \cdot K_p}{r_{\text{д}} \cdot r_k}, \quad C_i = c_m \cdot \frac{U_{\text{mpi}} \cdot \eta_{\text{mpi}} \cdot K_p}{r_k}, \quad (3)$$

где  $a_m, b_m, c_m$  - коэффициенты аппроксимирующего уравнения крутящего момента двигателя ( $M_e = a_m \cdot \omega_e^2 + b_m \cdot \omega_e + c_m$ ), которые могут быть рассчитаны по трем заданным точкам характеристики  $M_e = f(\omega_e)$  с помощью интерполяционной формулы Лагранжа;

$K_p$  - коэффициент коррекции мощности двигателя;

$K_e$  - коэффициент сопротивления воздуха;

$F$  - лобовая площадь АТС;

$f$  - коэффициент сопротивления качению.

Изменение коэффициентов дифференциального уравнения движения АТС в условиях повышенных температур происходит, в основном, из-за снижения эффективной мощности двигателя.



Снижение эффективной мощности ( $N_e$ ), вызванное влиянием атмосферных условий, обуславливается изменением индикаторной мощности ( $N_u$ ):

$$\Delta N_e = \frac{H_u}{3600} \left\{ G_T \cdot \left[ 0,2 \cdot \left( \frac{T_0}{T} \right)^{0,75} - 0,2 \right] + \eta_e \cdot \left[ 1 - \left\{ \exp \left( 1300 \frac{T_0 - T}{T_0 \cdot T} \right) \right\}^{0,0625} \right] \right\}, \quad (4)$$

где  $G_T$  – часовой расход топлива;

$H_u$  – низшая теплота сгорания топлива;

$T_0$  и  $T$  – температура поступающего в цилиндры воздуха в стандартных и исследуемых условиях.

При изменении эффективной мощности и, следовательно, крутящего момента коэффициенты  $a_m, b_m, c_m$  уравнения ( $M_e = a_m \cdot \omega_e^2 + b_m \cdot \omega_e + c_m$ ) имеют другие значения -  $a_m^T, b_m^T, c_m^T$ , которые будут получены из зависимости  $M_e^T = f(\omega_e)$  аналогично.

Эффективный крутящий момент при исследуемых условиях определяется как

$$M_e^T = M_e - \Delta M_e, \quad (5)$$

где  $\Delta M_e$  – изменение эффективного крутящего момента, равное

$$\Delta M_e^T = \frac{\Delta N_e \cdot \omega_e}{1000}. \quad (6)$$

С учетом (5) и (6) и используя единые относительные скоростные характеристики эффективных крутящих моментов двигателей при полном и частичном перемещениях рейки топливного насоса, получили коэффициенты  $a_m^T, b_m^T, c_m^T$  для различных температур окружающей среды.

Изменение коэффициентов  $a_m, b_m, c_m$  по мере повышения температуры окружающей среды описано зависимостями, имеющими следующий вид:

$$\begin{aligned} a_m^T &= a_T \cdot T^2 + b_T \cdot T + c_T; \\ b_m^T &= a_T \cdot T^2 + b_T \cdot T + c_T; \\ c_m^T &= a_T \cdot T^2 + b_T \cdot T + c_T. \end{aligned} \quad (7)$$

Учитывая (7), получим выражение для определения коэффициентов дифференциального уравнения движения при повышенных температурах окружающей среды:

$$\begin{aligned} a_i &= a_m^T \cdot \frac{U_{mpi}^3 \cdot \eta_{mpi} \cdot K_p}{r_d^2 \cdot r_k} - K_6 \cdot F; \\ b_i &= b_m^T \cdot \frac{U_{mpi}^2 \cdot \eta_{mpi} \cdot K_p}{r_d \cdot r_k}; \\ c_i &= c_m^T \cdot \frac{U_{mpi} \cdot \eta_{mpi} \cdot K_p}{r_k} - m_a \cdot (f \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha). \end{aligned} \quad (8)$$

Таким образом, полученные коэффициенты (8) позволяют решить дифференциальное уравнение движения с учетом повышенных температур окружающей среды.

Проанализированы следующие режимы движения транспортных средств, определенные путём эксперимента: режим ускорения ( $j_a > 0$ ;  $V_k > V_n$ ;  $S > 0$ ;  $t > 0$ ); режим равномерного движения ( $j_a = 0$ ;  $V_k = V_n$ ;  $S > 0$ ;  $t > 0$ ); режим замедления ( $j_a < 0$ ;  $V_k < V_n$ ;  $S > 0$ ;  $t > 0$ ). Показатели скорости автомобиля определялись с учетом граничного отклонения, принятого, согласно 83-му правилу ЕЭК ООН, равным  $\pm 1,0$  м/с.

Рассмотрим подробно каждый из указанных режимов.

а) Режим равномерного движения с постоянной скоростью: если мгновенная скорость автомобиля  $v_{ai} > v_{ai+1} - 1$ ,  $v_{ai} < v_{ai+1} + 1$ ,  $v_{ai} > v_{ai+2} - 1$  и  $v_{ai} > v_{ai+2} + 1$ , то считается, что автомобиль движется с постоянной скоростью

$$V_{cp}^n = \frac{\sum_{i=1}^x \left( V_{cpi}^n \cdot (t_{i+1}^n - t_i^n) \right)}{t_{noc}^n}.$$

б) Режим ускорения: если  $V_{хол}^n < V_{cp}^n$  или  $V_{cp}^n < V_{cp}^{n+1}$ , принимается, что автомобиль движется в режиме ускорения и расчёты проводятся по следующим выражениям:

$$V_{хол}^n < V_{cp}^n \therefore j_{уск}^n = \frac{V_{cp}^n}{t_{ускор}^n}, V_{cp}^n < V_{cp}^{n+1} \therefore j_{уск}^n = \frac{V_{cp}^{n+1} - V_{cp}^n}{t_{уск}^n}.$$

в) Режим замедления: если  $V_{cp}^n > V_{cp}^{n+1}$  или  $V_{cp}^n > V_{хол}^n$ , то принимается, что автомобиль движется в режиме замедления и расчёты проводятся по следующим выражениям:

$$V_{cp}^n > V_{хол}^n \therefore j_{зам}^n = \frac{0 - V_{cp}^n}{t_{зам}^n}, V_{cp}^n > V_{cp}^{n+1} \therefore j_{зам}^n = \frac{V_{cp}^n - V_{cp}^{n+1}}{t_{зам}^n}.$$

Общее время движения автомобиля:

$$T_{общ} = T_{noc} + T_{уск} + T_{зам}.$$

Здесь  $T_{noc}$  – общее время движения в режиме с постоянной скоростью, равно

$$T_{noc} = \sum_n^l t_{noc}^n, [c];$$

$T_{уск}$  – общее время движения в режиме ускорения, равно

$$T_{уск} = \sum_n^l t_{уск}^n, [c];$$

$T_{зам}$  – общее время режима замедления, равно

$$T_{зам} = \sum_n^l t_{зам}^n, [c].$$

Доля каждого режима движения определяется по следующим выражениям:

режим движения с постоянной скоростью

$$T_{нос}^{\%} = \frac{T_{нос}}{T_{общ}}, [ \% ];$$

режим ускорения

$$T_{уск}^{\%} = \frac{T_{уск}}{T_{общ}}, [ \% ];$$

режим замедления

$$T_{зам}^{\%} = \frac{T_{зам}}{T_{общ}}, [ \% ].$$

Пройденный общий путь

$$S_{общ} = S_{нос} + S_{уск} + S_{зам}.$$

Здесь  $S_{нос}$  – общий путь (м) в режиме движения с постоянной скоростью, равный

$$S_{нос} = \sum_n^l (V_{cp}^n \cdot t_{нос}^n);$$

$S_{уск}$  – общий путь (м) в режиме ускорения, равный

$$V_{cp}^n < V_{cp}^{n+1} \therefore S_{уск} = \sum_n^l (V_{cp}^n \cdot t_{уск}^n + \frac{j_{уск}^n \cdot t_{уск}^{n 2}}{2}), \text{ или } V_{хол}^n < V_{cp}^n \therefore S_{уск} = \sum_n^l (\frac{j_{уск}^n \cdot t_{уск}^{n 2}}{2});$$

$S_{зам}$  – общий путь (м) в режиме замедления, равный

$$V_{cp}^n > V_{cp}^{n+1} \therefore S_{зам} = \sum_n^l (V_{cp}^{n+1} \cdot t_{зам}^n + \frac{j_{зам}^n \cdot t_{зам}^{n 2}}{2}),$$

$$\text{или } V_{cp}^n > V_{хол}^n \therefore S_{зам} = \sum_n^l (\frac{j_{зам}^n \cdot t_{зам}^{n 2}}{2}).$$

Средняя скорость автомобиля (м/с)

$$V_{cp}^{общ} = \frac{S_{общ}}{T_{общ}}.$$

Путем установления экспериментальных данных определены средние значения пройденного пути  $S$ , скорости  $V_{аср}$ , ускорения и замедления  $\pm j$ , продолжительности каждого режима  $T_{общ}$ .

Сохраняя долю каждого режима движения, в целях формирования ездового цикла целесообразно уменьшит масштаб большого массива данных следующим образом:

$$\tau_t = \frac{T_{общ}}{T_{езд.ц}}.$$

Здесь  $T_{езд.ц}$  – общее время магистрального ездового цикла, с.

Продолжительность каждого режима движения переводится на выбранный масштаб по следующим выражениям:

время режима движения с постоянной скоростью (с)

$$T_{езд.ц}^{пос} = \frac{T_{пос}}{\tau_t};$$

время движения с ускорением (с)

$$T_{езд.ц}^{уск} = \frac{T_{уск}}{\tau_t};$$

время движения с замедлением (с)

$$T_{езд.ц}^{зам} = \frac{T_{зам}}{\tau_t}.$$

На основании разработанного ездового цикла проведены расчетные исследования с применением созданной математической модели по расчетному определению расхода топлива грузовых автомобилей (Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин № DGU 07341 от 28.11.2019г.).

С использованием данной математической модели были определены расход топлива грузовых автомобилей ISUZU NQR71PL, Otayo'1 120.14 MAN TGS 26.400 на магистральном ездовом цикле в условиях повышенных температур окружающей среды (табл. 1).

Как свидетельствуют данные табл. 1, для грузового автомобиля ISUZU NQR 71 PL повышение  $T_{окр}$  с 20 до 40 °С приводит к увеличению расхода топлива на 8,1%. Для грузовых автомобилей Otayo'1 120.14 и MAN TGS 26.400 повышение  $T_{окр}$  с 20 до 40 °С приводит к увеличению расхода топлива на 8,6 и 7,8% соответственно.

**Таблица 1**

**Результаты расчетных исследований определения расхода топлива на магистральном ездовом цикле**

Параметры	$T_{окр}, ^\circ\text{C}$					
	при +20 °С	при +30 °С	при +40 °С	при +20 °С	при +30 °С	при +40 °С
	без груза			с грузом		
Otayo'1 120.14						
Расход топлива (расчетный), л/100 км	16,91	17,73	18,41	21,3	22,1	23,5
ISUZU NQR 71 PL						
Расход топлива (расчетный), л/100 км	16,48	17,28	17,91	19,2	20,2	22,5
MAN TGS 26.400						
Расход топлива (расчетный), л/100 км	27,13	28,22	29,29	39,1	40,1	41,2

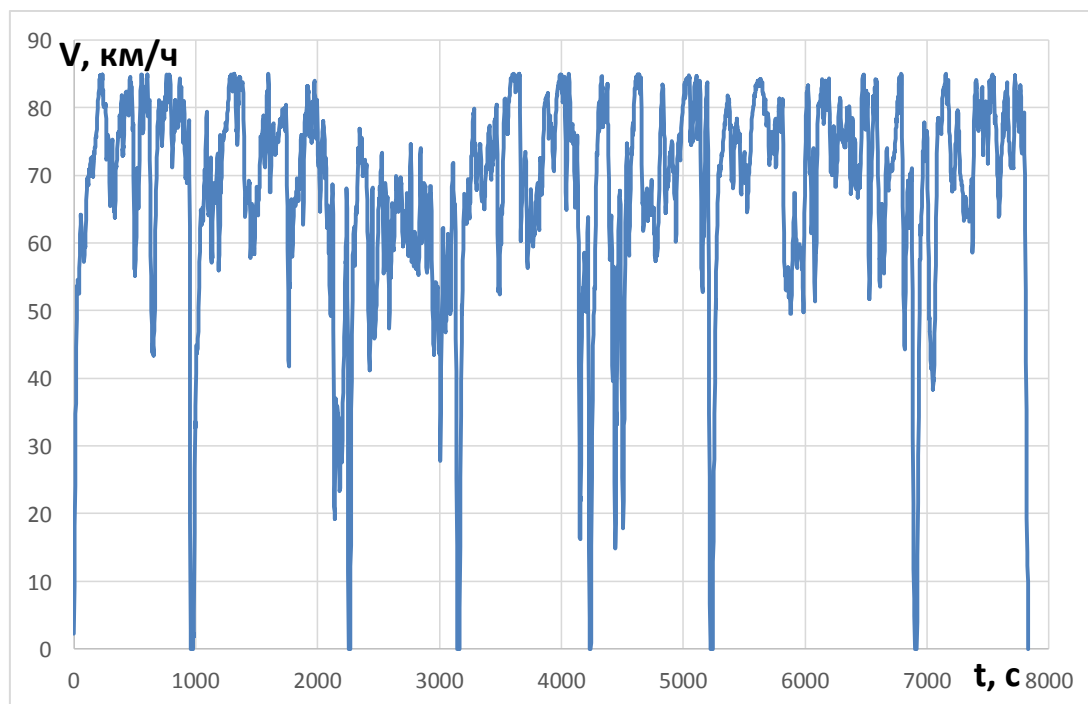
На основании расчётно-аналитического исследования по определению расхода топлива грузового автомобиля выявлено, что повышение температуры окружающей среды приводит к увеличению расхода топлива.

В третьей главе – «**Экспериментальные исследования определения расхода топлива грузового автомобиля**» – описывается методика экспериментального определения расхода топлива грузовых автомобилей по магистральному ездовому циклу в условиях повышенных температур окружающей среды, рассматриваются результаты дорожных экспериментов, излагаются данные анализа расчетных и экспериментальных результатов исследования, а также даются рекомендации для дальнейших исследований проблемы повышения конструктивной и эксплуатационной эффективности грузовых автомобилей в условиях повышенных температур.

В качестве объекта исследования служили грузовые автомобили ISUZU NQR71PL, Otao'1 120.14, MAN TGS 26.400.

При проведении испытаний использован комплекс измерительной и регистрирующей аппаратуры, позволяющей фиксировать показатели режима движения, топливной экономичности и определяют значения температуры в различных узлах и агрегатах грузовых автомобилей.

Экспериментальные исследования проведены в два этапа согласно разработанной методике. На 1-м этапе получены статистические данные по режиму движения грузового автомобиля на реальных магистральных маршрутах для разработки магистрального ездового цикла. На 2-м этапе определен расход топлива грузовых автомобилей на магистральном ездовом цикле в условиях повышенных температур окружающей среды.



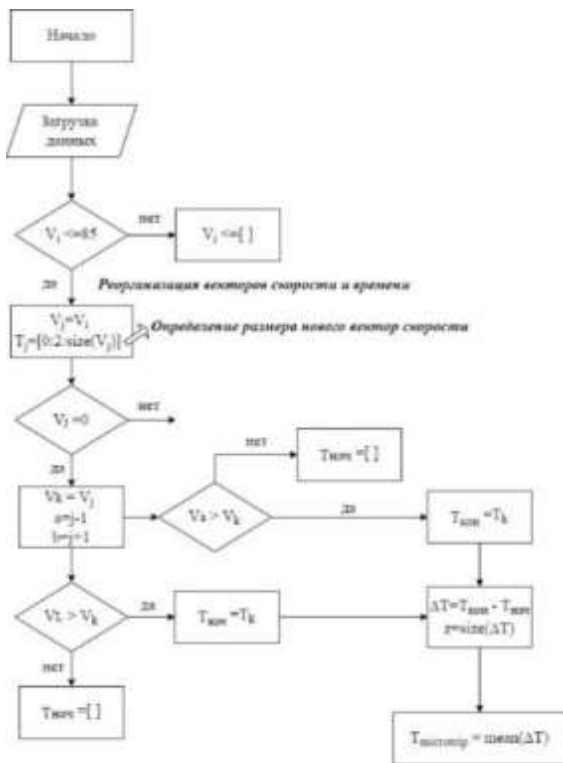
**Рис. 2. Результаты режимометрических испытаний**

Для построения магистрального ездового цикла необходимо синтезировать режимы и значения показателей движения автомобилей.

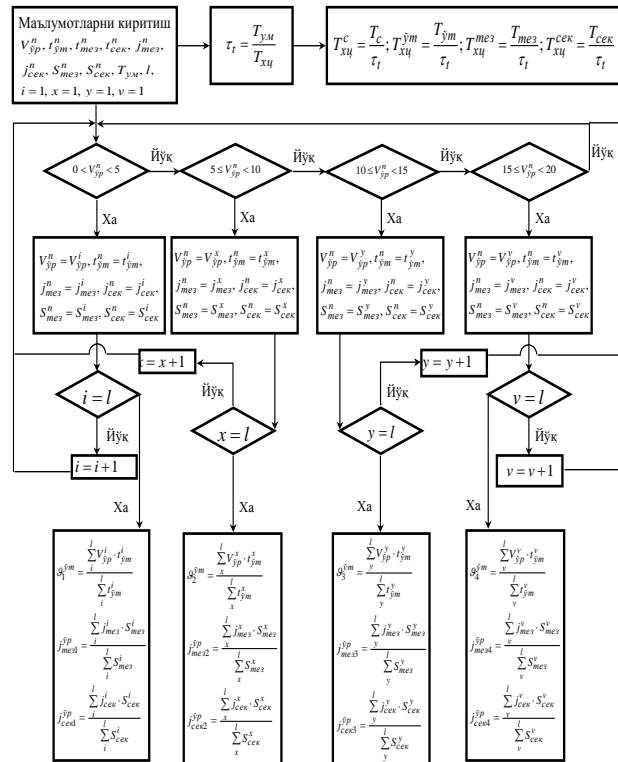
Магистральный ездовой цикл строился путем усреднения значений, периодов и весов всех режимов движения. Для этого определялись и анализировались режимы движения автомобиля каждую долю секунды.

Проведены конструктивные испытания разработки магистрального ездового цикла путем определения пройденного пути, времени, скорости по данным испытаний грузовых автомобилей, оснащенных системой GPS-мониторинга и электронной системой управления датчиками, имеющимися в транспортном средстве.

Исследования проводились с целью получения статистических данных по режимам движения грузовых автомобилей (рис. 2).



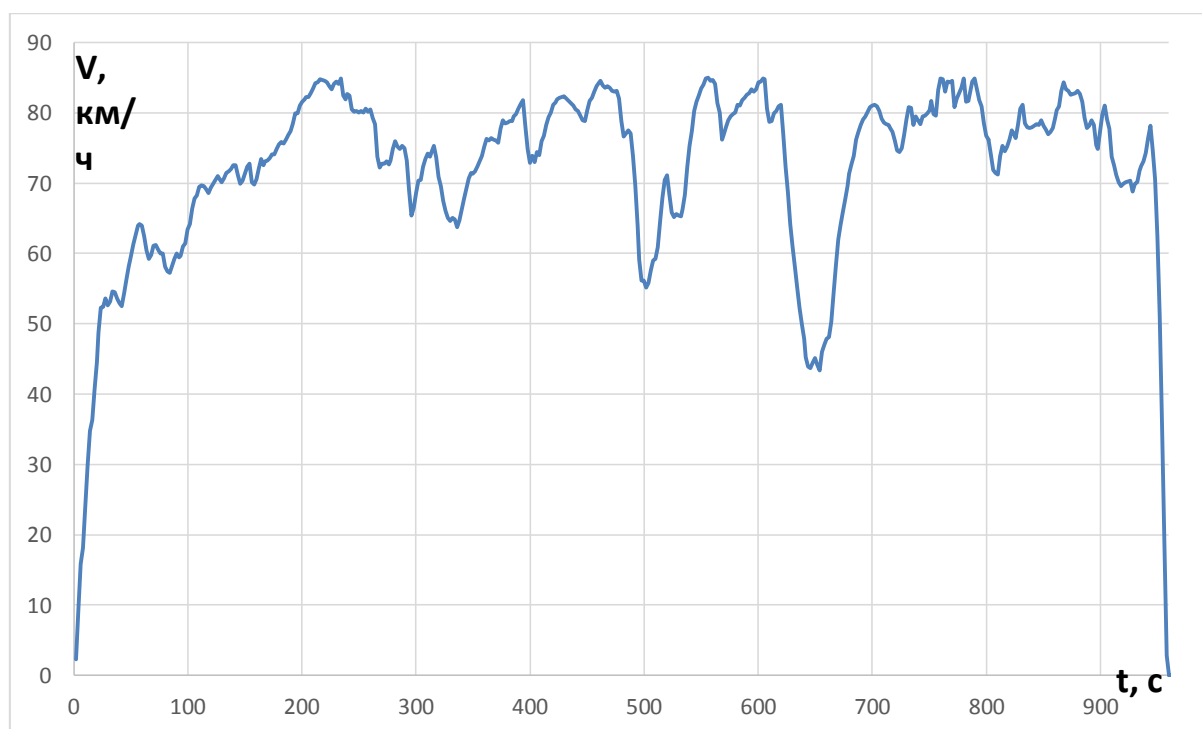
**Рис. 3. Подпрограмма разделения экспериментальных данных на микроучастки**



**Рис.4. Алгоритм логической расчетной программы по построению магистрального ездового цикла для грузовых автомобилей**

Путем анализа режимометрических испытаний была разработана подпрограмма (рис. 3), позволяющая разделить экспериментальные данные на микроучастки. С помощью разработанной подпрограммы экспериментальные данные разделены на микроучастки, приведенные на (рис. 5).

Построение ездового цикла производится методом синтеза определенных значений путём анализа фаз режимов движения автомобиля и их периодом в масштабе.



**Рис. 5. Результаты, полученные после обработки данных**

По данным испытаний и с помощью специально составленной компьютерной логической программы (рис. 4) разработан магистральный ездовой цикл (рис. 6) для грузовых автомобилей.

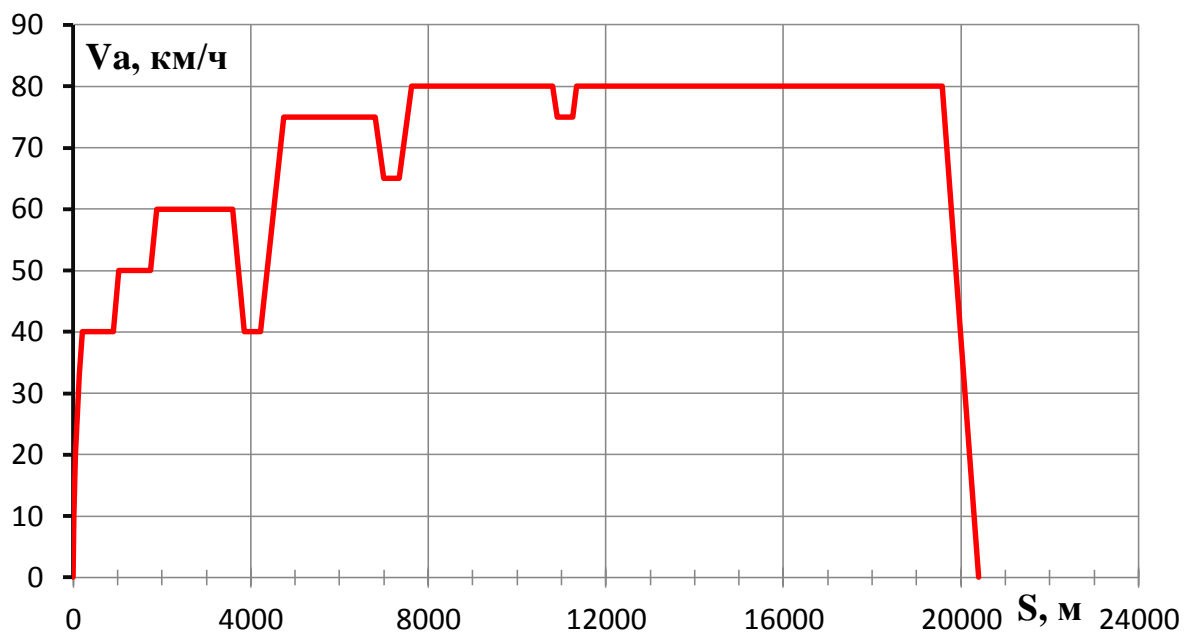
**Таблица 2**

**Показатели магистрального ездового цикла**

Режимы движения	Пройденное расстояние, км	Среднее значение скорости, км/ч	Среднее значение ускорения/замедления, м/с <sup>2</sup>	Доля по расстоянию, %
Режим движения с постоянной скоростью	17,24	68,7		84,5
Режим ускорения	1,63		1,26	8
Режим замедления	1,53		1,31	7,5
<b>Общее</b>	<b>20,4</b>			<b>100</b>

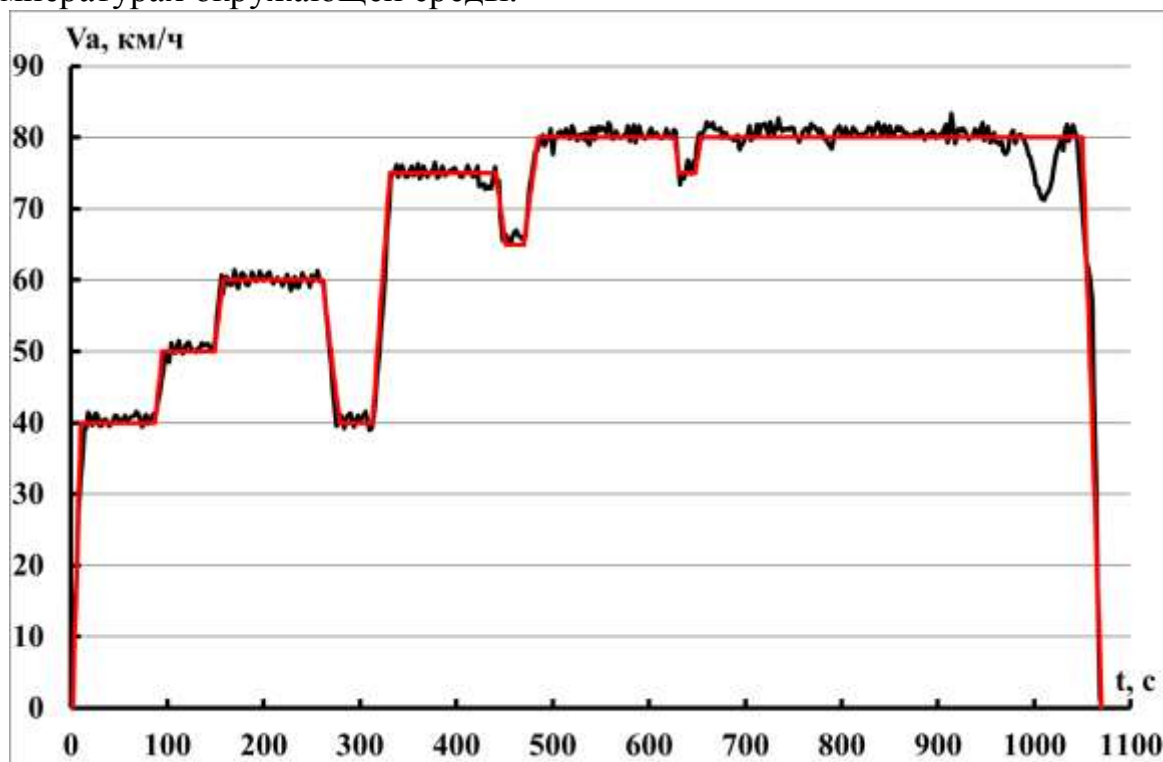
Разработанный магистральный ездовой цикл характеризуется следующими показателями (табл. 2): расстояние – 20400 м; средняя скорость – 68,7 км/ч; среднее ускорение/замедление – 1,26/1,31 м/с<sup>2</sup>. Доли фаз цикла по времени: режим движения с постоянной скоростью – 84,5%, режим ускорения/замедления – 8/7,5%.

Показатели магистрального ездового цикла сопоставлены с обобщёнными результатами экспериментов на грузовых автомобилях. Определены следующие отклонения: по средней скорости – до 3,6%; по среднему ускорению – до 4,6%; по среднему замедлению – до 4,5%.



**Рис.6. Магистральный ездовой цикл**

На основании теоретических изысканий проведены расчетные и экспериментальные исследования по определению расхода топлива грузовых автомобилей на магистральном ездовом цикле при повышенных температурах окружающей среды.



**Рис 7. Результаты расчетных и экспериментальных исследований по определению расхода топлива грузового автомобиля ISUZU NQR 71 PL на магистральном ездовом цикле**



Результаты испытаний грузового автомобиля ISUZU NQR 71 PL по расходу топлива и режиму движения сравнены с результатами расчетно-аналитических исследований (рис. 7, 8).

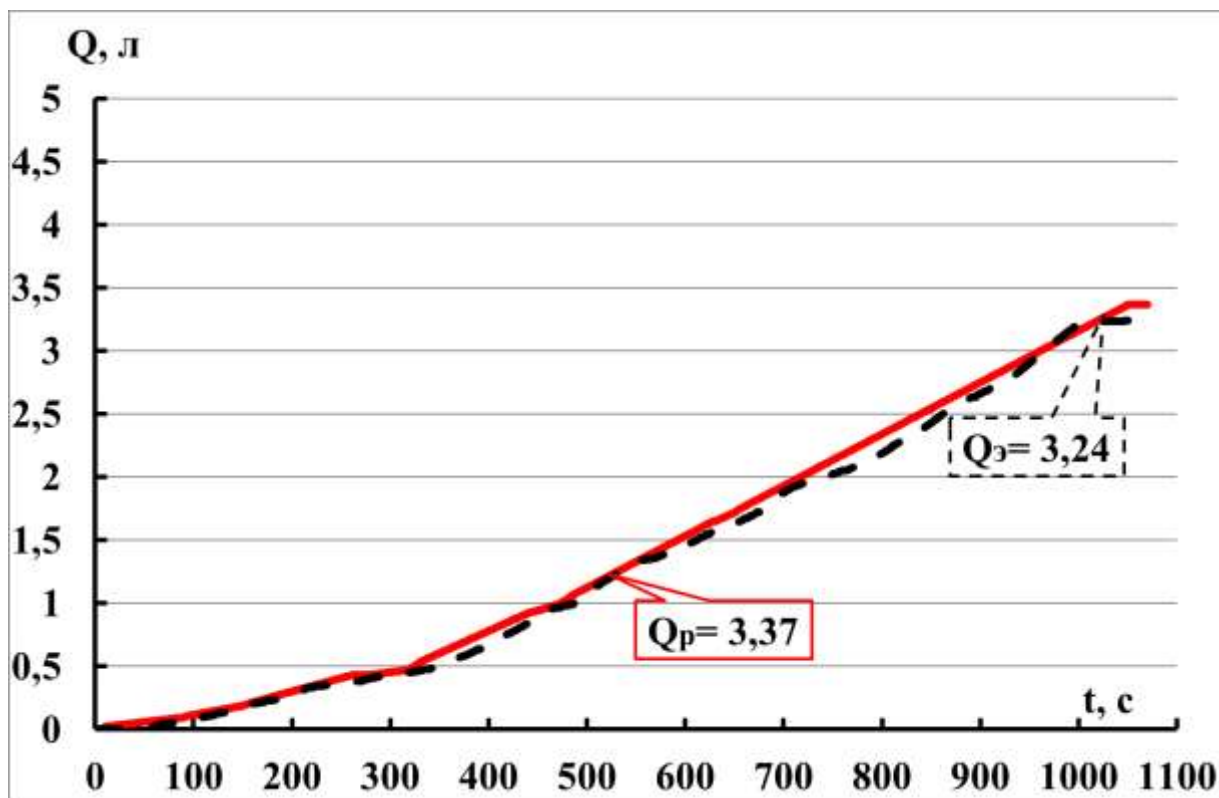


Рис. 8. Расчётные и экспериментальные результаты исследований грузового автомобиля ISUZU NQR 71 PL на магистральном ездовом цикле

( $Q_p$  – расчётные,  $Q_{\text{э}}$  – экспериментальные)

На рис. 8 проиллюстрировано изменение суммарного расхода топлива на магистральном ездовом цикле. Сравнение расчетно-аналитических результатов и результатов испытаний показывает высокую достоверность методики определения расхода топлива –  $\pm 5\%$ . В связи с этим был определен расход топлива грузовых автомобилей по магистральному ездовому циклу в условиях повышенных температур окружающей среды.

Результаты расчетных и экспериментальных данных по определению расхода топлива грузовых автомобилей Otao'1 120.14, Isuzu NQR71 PL и MAN TGS 26.400 на магистральном ездовом цикле приведены в табл. 3.

Сравнение результатов теоретических и экспериментальных значений расходов топлива показывает, что разница между экспериментальными и теоретическими данными составляет от 2,1 до 3,14%.

Таким образом, сравнение результатов теоретических и экспериментальных исследований подтверждает достоверность результатов исследований.

Таблица 3

**Результаты расчетных и экспериментальных исследований  
определения расхода топлива на магистральном ездовом цикле**

Параметры	Токр, °С					
	при +20°С	при +30°С	при +40 °С	при +20 °С	при +30 °С	при +40 °С
	без груза			с грузом		
1	2	3	4	5	6	7
Отayo'1 120.14						
Расход топлива (экспериментальный), л/100 км	16,4	17,2	17,8	20,8	21,9	22,9
Расход топлива (расчетный), л/100 км	16,9	17,7	18,4	21,3	22,1	23,5
Относительная погрешность, %	2,96	3,07	3,12	2,35	2,3	2,55
ISUZU NQR 71 PL						
Расход топлива (экспериментальный), л/100 км	16,1	16,8	17,4	18,9	19,9	21,1
Расход топлива (расчетный), л/100 км	16,5	17,3	17,9	19,2	20,2	22,5
Относительная погрешность, %	2,55	2,98	3,05	2,1	2,5	2,7
MAN TGS 26.400						
Расход топлива (экспериментальный), л/100 км	26,3	27,4	28,4	38,2	39,1	40,1
Расход топлива (расчетный), л/100 км	27,1	28,2	29,3	39,1	40,1	41,2
Относительная погрешность, %	2,99	3,09	3,14	2,3	2,49	2,67

Таким образом, определение расхода топлива на предлагаемом магистральном ездовом цикле, который характеризует реальные магистральные условия движения, даёт возможность повысить степень достоверности с погрешностью в пределах  $\pm 5\%$  в дальнейшем нормировании расхода топлива грузовых автомобилей на магистральном ездовом цикле.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов исследования по совершенствованию метода определения расхода топлива грузовых автомобилей при повышенных температурах окружающей среды сформулированы следующие выводы:

1. Разработана математическая модель движения грузового автомобиля на магистральном ездовом цикле, которая позволяет учитывать повышенную температуру окружающей среды.

2. Теоретические исследования показали, что повышение температуры окружающей среды на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  приводит к увеличению расхода топлива грузового автомобиля при номинальной грузоподъемности на 4 - 4,5%.

3. Создан комплекс аппаратуры с использованием современных информационных технологий и достоверностью результатов с погрешностью в пределах 2%.

4. Разработан магистральный ездовой цикл, характеризующий следующие показатели: расстояние – 20400 м; средняя скорость – 68,7 км/ч; среднее ускорение/замедление – 1,26/1,31 м/с<sup>2</sup>. Доли фаз цикла по времени: режим движения с постоянной скоростью – 84,5%, режим ускорения/замедления – 8/7,5%.

Произведено сопоставление показателей магистрального ездового цикла с обобщенными результатами экспериментов на типизированном магистральном маршруте «Ташкент – Джизак». Определены следующие отклонения: по средней скорости – до 3,6%; по среднему ускорению – до 4,6%; по среднему замедлению – до 4,5%.

5. Экспериментальными исследованиями грузовых автомобилей по разработанной методике установлено, что повышение температуры окружающей среды от 20 до  $40^{\circ}\text{C}$  приводит к увеличению расхода топлива ISUZU NQR 71 PL – около 8,1%, Otao'1 120.14 – около 8,6% и MAN TGS 26.400 – в пределах 7,8%.

6. Разработан Государственный стандарт Республики Узбекистан O'zDSt 3597:2022 “Экономия топлива автомобильных транспортных средств. Методы испытаний в жарко-сухом климате”.

7. Разработаны рекомендации для дальнейшего исследования по повышению конструктивной и эксплуатационной эффективности использования грузовых автомобилей в условиях повышенных температур.

8. Внедрение вышеуказанных разработок послужит основой для определения значимых эксплуатационных показателей грузовых автомобилей, и позволит добиться ощутимого экономического эффекта за счет снижения технико-эксплуатационных затрат (на испытания - в 5 - 6 раз и трудозатраты - в 9 - 10 раз), что даст экономию финансовых средств в размере 2 - 2,5 млн. сумов на один грузовой автомобиль.



**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.15/31.08.2022.T.73.03 ON AWARD OF  
SCIENTIFIC DEGREES AT TASHKENT STATE TRANSPORT  
UNIVERSITY**

---

**TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

**SAIDUMAROV ALISHER RAVSHANOVICH**

**IMPROVING THE METHOD FOR DETERMINING FUEL  
CONSUMPTION OF TRUCKS AT ELEVATED AMBIENT  
TEMPERATURES**

**05.08.06 – Wheeled and tracked vehicles and their operation**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent– 2023**

**The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan on the № B2022.4.PhD/T3384.**

The dissertation was completed at the Tashkent State Transport University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of Scientific council (tstu.uz) and on the website of Information-educational portal “ZiyoNet” (www.ziynet.uz).

**Scientific supervisor:**

**Kulmuhamedov Jasur Rafikovich**  
candidate of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Bazarov Baxtiyor Imamovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Axmedov Doniyor Anvarjonovich**  
doctor of philosophy (PhD), docent, major

**Leading organization:**

**Tashkent State Technical University**

The defense of the will take place on “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 at \_\_\_ at the Scientific council No. DSc.15/31.08.2022.T.73.03 at the Tashkent State Transport University (Address: 100167, Tashkent city, str. Temiryo’lchilar, 1. Phone: (+99871) 299-00-01 fax: (+99871) 293-57-54; e-mail: [rectorat@tstu.uz](mailto:rectorat@tstu.uz), [tashiit@exat.uz](mailto:tashiit@exat.uz))

The dissertation is registered in Information Resource Centre of the Tashkent State Transport University (is registered number №\_\_\_). (Address: 100167, Tashkent city, str. Temiryo’lchilar, 1. Phone: (+99871) 299-00-01 fax: (+99871) 293-57-54; e-mail: [rectorat@tstu.uz](mailto:rectorat@tstu.uz), [tashiit@exat.uz](mailto:tashiit@exat.uz))

The abstract of the dissertation was distributed on “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 y.  
(Protocol at the register.№ \_\_\_ on “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 y.).

**A.A.Riskulov**

Chairman of the Scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

**K.Z.Ziyaev**

Scientific secretary of Scientific council  
awarding scientific degrees,  
doctor of philosophy (PhD)

**Sh.P.Alimuhamedov**

Chairman of the academic seminar under  
The Scientific council awarding scientific degrees,  
doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (ABSTRACT OF THE DISSERTATION OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PHD))

**The aim of the study** is to improve the method for determining the fuel consumption of trucks on the main driving cycle, taking into account the elevated ambient temperature.

### **Research objectives:**

improve the mathematical model for calculating the fuel consumption of trucks, taking into account the conditions of elevated ambient temperatures;

develop a set of equipment to assess the effect of elevated temperatures on traction and speed properties and fuel efficiency of trucks using modern information technologies;

to assess the degree of influence of elevated ambient temperatures on the traction and speed properties and fuel efficiency of trucks based on the typed trunk route (Tashkent - Jizzakh);

develop a methodology for experimental determination of fuel consumption of trucks on the main driving cycle in conditions of elevated ambient temperatures;

develop recommendations for further research on improving the structural and operational efficiency of trucks in conditions of elevated ambient temperatures.

**The object of the study** is trucks of category  $N_2$  and  $N_3$  by example ISUZU NQR71PL, Otayo'l 120-14, MAN TGS 26.400.

### **The scientific novelty** of the study is as follows:

the values of the coefficient of the differential equation of the movement of the car are determined by the least square's method, taking into account changes in the ambient temperature;

improved mathematical model for determining the fuel consumption of trucks using coefficients representing design and operational parameters, taking into account the temperature factors affecting them;

a normative driving cycle was created on the basis of experimental statistical data on the modes of movement of trucks, reflecting the real main road conditions in Uzbekistan;

a method has been developed for determining the fuel consumption of trucks in the main driving cycle, using thermometric temperature data in a hot climate.

**Implementation of research results.** Based on the results obtained, studies to improve the method of determining the fuel consumption of trucks at elevated ambient temperatures were implemented:

the methodology for determining the fuel consumption of trucks in the main driving cycle at elevated ambient temperatures has been introduced into the regulatory document "MIP 16580577-003:2021" of the Agency for Technical Regulation (Certificate of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan No. 2/4323 dated July 21, 2022.). As a result, the determination of vehicle fuel consumption in hot-dry climatic conditions made it possible to update regulatory documents in the field of technical regulation;

the main driving cycle of trucks for the road conditions of Uzbekistan is included in the State Standard of the Republic of Uzbekistan O'zDSt 3597:2022

“Fuel efficiency of vehicles. Test methods in hot-dry climatic conditions” (Certificate of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan No. 2/4323 dated July 21, 2022.). The result made it possible to determine fuel consumption in the specified driving modes, select the design parameters of the produced cars in the republic and evaluate their adaptability to the conditions of hot-dry climate.

a mathematical model for calculating the traction-speed properties and fuel efficiency of trucks in the main driving cycle, taking into account changes in ambient temperature, was introduced in the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan (Certificate of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan No. 2/4323 dated July 21, 2022.). As a result, when assessing the impact of elevated ambient temperatures on the traction and speed properties and fuel efficiency of trucks, labor productivity increased by 9-10 times, and testing costs decreased by 5-6 times.

**The structure and scope of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 114 pages.

### **THE MAIN CONTENT OF THE DISSERTATION**

In the introduction, the relevance and demand of the research topic, its goals and objectives are substantiated, the object and subject of research are characterized, and compliance with priority areas for the development of science and technology in the republic. The scientific novelty is revealed and the results of the research and their scientific and practical significance are presented. Information is given about the implementation of the results in practice, about publications on the research topic and the structure of the dissertation.

The first chapter – **"Analysis of the state of the issue"** – contains an analysis of research and technical information on the specifics of the operation of motor vehicles in conditions of elevated ambient temperatures, the impact of operating conditions on some operational properties of the vehicle, methods of constructing driving cycles, factors affecting performance and driving mode, as well as fuel consumption car. Based on this, the ways of improving the method of calculating fuel consumption, the use of modern means of information technology in determining the indicators of driving modes, indicators of main driving cycles are considered..

The second chapter – **"Theoretical studies of motor vehicles in conditions of elevated ambient temperatures"** – describes a mathematical model for calculating the fuel consumption of trucks taking into account the conditions of elevated ambient temperatures, a logical calculation program for creating a trunk driving cycle by synthesizing vehicle driving modes.

In the third chapter – **"Experimental studies of determining the fuel consumption of a truck"** – the method of experimental determination of fuel consumption of trucks on the main driving cycle in conditions of elevated ambient temperatures is described, the results of road experiments are considered, the data of the analysis of the calculated and experimental results of the study are



presented, and recommendations are given for further studies of the problem of increasing the constructive and operational efficiency of trucks in conditions of elevated ambient temperatures.

## CONCLUSION

Based on the results of a study to improve the method of determining the fuel consumption of trucks at elevated ambient temperatures, the following conclusions are formulated:

1. A mathematical model of the movement of a truck on the main driving cycle has been developed, which allows taking into account the increased ambient temperature.

2. Theoretical studies have shown that an increase in ambient temperature for every  $10^{\circ}\text{C}$  leads to an increase in fuel consumption of a truck with a nominal load capacity by 4 – 4,5%.

3. A complex of equipment has been created using modern information technologies and the reliability of the results with an error within 2%.

4. The main driving cycle has been developed, which characterizes the following indicators: distance – 20400 m; average speed – 68,7 km/h; average acceleration/ deceleration –  $1,26/1,31 \text{ m/s}^2$ . The fractions of the cycle phases by time: the mode of movement with a constant speed – 84,5%, the acceleration / deceleration mode – 8/7,5%.

The comparison of the indicators of the main driving cycle with the generalized results of experiments on the typed Tashkent - Jizzakh trunk route is made. The following deviations were determined: by average speed – up to 3,6%; by average acceleration – up to 4,6%; by average deceleration – up to 4,5%.

5. Experimental studies of trucks using the developed methodology found that an increase in ambient temperature from  $20$  to  $40^{\circ}\text{C}$  leads to an increase in fuel consumption ISUZU NQR 71 PL – about 8,1%, Otayo'l 120.14 – about 8,6% and MAN TGS 26.400 – within 7,8%.

6. The State Standard of the Republic of Uzbekistan 3597:2022 “Fuel economy of motor vehicles. Test methods in hot-dry climates”.

7. Recommendations have been developed for further research on improving the constructive and operational efficiency of using trucks in conditions of elevated temperatures.

8. The implementation of the above developments will serve as a basis for determining significant performance indicators of trucks, and will achieve a tangible economic effect by reducing technical and operational costs (for testing - by 5-6 times and labor costs - by 9-10 times), which will save financial resources in the amount of 2 – 2,5 million soums per cargo car.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Анализ соответствия технических параметров автотранспортных средств к условиям эксплуатации пустынно песчаном местности // Вестник Туринского Политехнического Университета в городе Ташкенте, №4, 2018-С.98-100, (05.00.00; №25)
2. Кульмухамедов Ж.Р., Эрбеков Ш.И., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Особенности исследования магистральных режимов движения автомобилей категории N<sub>2</sub> и N<sub>3</sub> в условиях жарко-сухого климата // Научно-технический журнал «Вестник ТАДИ», № 3, 2019-С.80-85, (05.00.00; №15)
3. Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Методика определения силы сопротивления холостого хода трансмиссии в условиях повышенных температур // Научно-технический журнал «Вестник ТАДИ», № 4, 2019-С.23-29. (05.00.00; №15)
4. Kulmukhamedov J.R., Khikmatov R.S., Saidumarov A.R., Kulmukhamedova Yu.J.. Theoretical research of the external temperature influence on the traction and speed properties and the fuel economy of cargo-carrying vehicles // Journal of Applied Engineering Science, 19(2021). 68-76 pages. <https://doi.org/10.5937/jaes0-27851>
5. Kulmukhamedov J.R., Khikmatov R.S., Erbekov SH.I., Saidumarov A.R. Maximum temperature values of the engine and auto motor vehicles units in conditions of elevated ambient temperatures // AIP Conference Proceedings 2432, 030040 (2022), 7 pages. <https://doi.org/10.1063/5.0093466>

**II бўлим (II часть; II part)**

6. Кульмухамедов Ж.Р., Саидумаров А.Р. и др. Система оперативной регистрации параметров движения автомобиля (СОРП) // Сборник научных трудов республиканской научно-практической конференции “Проблемы развития автомобилно-дорожного комплекса Узбекистана”, Част 1, ТАДИ., Ташкент, 2008. С.95-98
7. Кульмухамедов Ж.Р., Саидумаров А.Р. и др. Анализ соответствия технических параметров АТС конкретным условиям эксплуатации // Материалы международной научно-технической конференции “Современные проблемы механики” Институт механики, Ташкент 2009. С.136-138
8. Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Сравнение результатов дорожных испытаний АТС с требованиями ГОСТ и ТУ // Сборник материалов республиканской научно-практической конференции

- “Вопросы развития автомобильно-дорожного комплекса Узбекистана” ТАДИ., Ташкент 2009. С.97-98
9. Кульмухамедов Д.Р., Саидумаров А.Р. Анализ исследования автотранспортных средств в условиях центрально-азиатского региона // Сборник материалов республиканской научно-практической конференции “Роль молодых специалистов в развитии автомобильно-дорожного комплекса Узбекистана” ТАДИ., Ташкент, 2015. С.178-181
  10. Кульмухамедов Ж.Р., Эрбеков Ш.И., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Разработка методологической основы концепции исследования влияния природно-климатических условий на эффективность использования АТС // Сборник материалов международной научно-практической семинара «Инновации на автомобильном транспорте: Основные направления поиска взаимодействия науки и бизнеса», Министерство Транспорта Республики Узбекистан, Ташкент 18-19 сентябрь, 2019. С.145-149
  11. Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Эрбеков Ш.И., Саидумаров А.Р. Разработка рекомендаций к моделированию типовых маршрутов для проведения испытаний на дороге «Южный автополигон» // Сборник материалов международной научно-практической семинара «Инновации на автомобильном транспорте: Основные направления поиска взаимодействия науки и бизнеса», Министерство Транспорта Республики Узбекистан, Ташкент, 18-19 сентябрь, 2019. С.32-35
  12. Загарин Д.А., Кульмухамедов Ж.Р., Эрбеков Ш.И., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Определения влияния температуры окружающей среды на скоростную характеристику двигателя // Сборник материалов международного научно-технического семинара «Глобальное партнерство-как условие и гарантия устойчивого развития», ТИПСЭАД, Ташкент, 22-23 октябрь, 2019. С.20-23
  13. Kulmukhamedov J.R., Khikmatov R.S., Erbekov SH.I., Saidumarov A.R. Justification of the methodology for the formation of the structure and characteristics of the trunk routes driving cycle of trucks in a hot – dry climate // European Science Review № 9 -10 September – Oktober Vienna., 2019. 48-53 pages.
  14. Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Определение влияния температуры окружающей среды на обобщенные показатели эффективности использования грузовых автомобилей // Научно-технический журнал «Транспорт Шёлкового пути» Сборник научных трудов ТашИИТ, Ташкент, 2019. № 3-4, С.27-35
  15. Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Анализ тягово-скоростных свойств грузовых автомобилей в условиях повышенных температур // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Современные проблемы инновационного развития науки, образования и производства» Андижан, 2020. С.1044-1047

16. Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Исследования влияния природно-климатических условий на эффективность использования АТС (на примере жарко-сухого климата) // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта Рязань, 12 октябрь, 2020. С.65-68
17. Кульмухамедов Ж.Р., Хикматов Р.С., Саидумаров А.Р. Моделирование типовых маршрутов для проведения испытаний на дороге «Южный автополигон» // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта Рязань, 12 октябрь 2020. С.69-73

Автореферат «ТДТрУ Хабарномаси» илмий-техник журнали  
тахририятида тахрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги  
матнларининг мослиги текширилди.



.....

Нусха кўпайтирувчи: ЯТТ «**Ризаев М.Х.**».  
Босишга рухсат этилди: 00.00.2023й.  
Бичими: 21x30<sup>1</sup>/<sub>2</sub>. Адади: 100 нусха.  
Тошкент, Фаровон 4-тор кўча, 35.  
Тел: (+998) 97 737 23 01